Lithi
207 mb

Hartmann

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

GRUNDZÜGE DER GEOLOGIE.



GRUNDZÜGE

DER

GEOLOGIE

IN

ALLGEMEIN FASSLICHEM VORTRAGE

VON

CARL HARTMANN.

MIT 107 ABBILDUNGEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON J. J. WEBER.

1843.

155. D.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

HERRN

PROFESSOR CARL LYELL

IN LONDON,

VICEPRÄSIDENTEN DER GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT, MITGLIEDE DER KÖNIGL. GESELLSCHAFT DER WISSENSCHAFTEN DASELBST U. S. W. U. S. W.

HOCHACHTUNGSVOLL ZUGEEIGNET

VON DEM

VERFASSER.

VORWORT.

Die Geologie erlangt auch in Deutschland eine immer allgemeinere Verbreitung, sie wird immer mehr die Lieblingswissenschaft eines jeden Gebildeten und bei allen Lehranstalten höherer und allgemeinerer Art ist sie ein Gegenstand des Unterrichts.

Obgleich wir nun eine ganze Reihe guter geologischer Lehr- und Handbücher besitzen, so sind doch die einen zu mager, die andern zu dickleibig und zu theuer, oder sie stehen nicht im Gleichgewicht mit dem jetzigen Stande der Wissenschaft. Das vorliegende Werkchen hat den Zweck, die Lücke eines nicht weitläuftigen, aber auch nicht unvollständigen Handbuchs auszufüllen; es sollen in demselben die Lehren der Geologie in ihrer neuesten und vervollkommneten Gestalt auf eine allgemein verständliche Weise vorgetragen werden. Lehrer und Zuhörer auf Universitäten und höhern Schulanstalten, so wie jeder Gebildete, werden daher das Buch nicht ohne Nutzen und unbefriedigt aus der Hand legen.

Es wurden bei seiner Bearbeitung hauptsächlich folgende Schriften benutzt:

Lyell, *Elements of Geology, second edition.* 2 Vol. London 1841.

Walchner, Mineralogie und Geognosie (1. Band von Oken's allgemeiner Naturgeschichte für alle Stände). Stuttgart 1839.

Cotta, Anleitung zum Studium der Geognosie und Geologie. Dresden 1839—1841.

Buckland, Geologie und Mineralogie in Beziehung zur natürlichen Theologie. Aus dem Englischen von Agassiz. Neufchatel 1839.

Mitscherlich, Erinnerungen an die Versuche über die wichtigsten Gegenstände der Chemie. (Ein nicht in den Buchhandel gekommenes Heft.)

Richardson, *Geology for Beginners*. London 1842.

Möge mein Buch mit Nachsicht aufgenommen werden.

Berlin im Mai 1842.

HARTMANN.

INHALT.

ERSTER ABSCHNITT.

Seite.

GEGENSTAND DER GEOLOGIE UND DIE ALLGEMEINEN VERHÄLTNISSE DER ERDOBERFLÄCHE.

Definition von Geologie 3
Allgemeine Gestalt der Erde 4
Bau der Erde im Allgemeinen —
Die Oberflächengestalt 5
Ebenen —
Berg- oder Hochebenen 6
Berge —
Thäler 8
Gebirge 9
Berg- und Hügelland und Meeresgrund 10
Die Dichtigkeit der Erde 11
Die Temperatur der Erde —

ZWEITER ABSCHNITT.

VON DEN GESTEINEN.

Zusammensetzung derselben 14
Wichtigste Mineralien, welche Gemengtheile der Felsarten sind 16
Wichtigste Felsarten 20
Daraus zu machende Folgerungen 23

DRITTER ABSCHNITT.

VON DEN FORMEN, UNTER DENEN DIE GESTEINE VORKOMMEN, ODER VON DEREN STRURTUR.

Die Absonderung der Gesteine 27

Seite.
Schichtung ... 30
Aeussere Formen der Gesteine ... 34

VIERTER ABSCHNITT.

VON DER LAGERUNG DER GESTEINE.

1. Lagerung geschichteter Gesteine ... 39
2. Lagerung massiger Gesteine ... 41
3. Lagerungsverhältnisse der Gänge ... 42

FÜNFTER ABSCHNITT.

VON DEN VERSTEINERUNGEN ODER PETREFACTEN.

Allgemeines ... 49
Fossile Säugethierreste ... 59
„ Saurier ... 71
„ Schildkröten ... 78
„ Fische ... 80
„ Mollusken ... 85
„ Gliederthiere ... 96
„ Strahlthiere oder Zoophyten ... 99
„ Infusorien ... 102
„ Pflanzen ... 107

SECHSTER ABSCHNITT.

VON DEN VERSCHIEDENEN GEOLOGISCHEN GRUPPEN UND FORMATIONEN.

Allgemeines ... 120

A. Geschichtete Formationen ... —
Begriff von Formation ... 123
Uebersicht der Gruppen und Formationen ... 127

I. Die Grauwackengruppe ... 128
1. Die Cambrische Formation ... 129
2. Die Silurische Formation ... 133

II. Die Kohlengruppe ... 145
3. Formation des alten rothen Sandsteins ... —
4. Kohlen-Kalkstein-Formation ... 147
5. Formation des flötzleeren Sandsteins ... 149
6 Die Steinkohlen-Formation ... —

III. Gruppe des rothen Sandsteins ... 164
7. Die Formation des Rothliegenden ... 167
8. Die Zechstein-Formation ... 169

Seite.

9. Die Formation des bunten Sandsteins 172
10. Die Formation des Muschelkalks 178
11. Die Formation des Keupers 185

IV. Die Jura-Gruppe 190
12. Die Lias-Formation 192
13. Die Jura-Formation 195
14. Die Weald-Formation 210

V. Die Kreide-Gruppe 214
15. Die Grünsand-Formation 215
16. Die Kreide-Formation 220

VI. Die Molasse-Gruppe 227
17. Untere Tertiär-Formation 228
18. Mittlere Tertiär-Formation 238
19. Obere Tertiär-Formation 247
Knochen-Breccien und Absätze in Höhlen 254

VII. Die Gruppe der posttertiären Bildungen 260
20. Die Geschiebe-Formation —
Gletscher 269
21. Neue Formation 282
Geschichtlich nachgewiesene Veränderungen der Erdoberfläche 312

B. Massige Bildungen 349

I. Gruppe der plutonischen Bildungen 350
1. Granit 351
2. Syenit 357
3. Feldspath-Porphyr 358
4. Quarz-Porphyr 359
5. Diorit 361
6. Serpentin und Gabbro 363

II. Gruppe der vulkanischen Bildungen 364
1. Vulkane 365
2. Vulkanische Produkte 371
3. Erhebungs-Krater 376
4. Solfataren 380
5. Salsen 381
6. Erloschene Vulkane 382
7. Basalte 384
8. Melaphyre 388
9. Trachyte und Andesit 389
10. Ursachen der vulkanischen Erscheinungen 391

Seite.

III. Gruppe der metamorphischen Gesteine 396
Gneis, Glimmerschiefer, Chlorit, Talk- und Hornblendegesteine, körniger Kalk, Weissstein, Quarzfels, Eklogit 397

SIEBENTER ABSCHNITT.

DIE LAGERSTÄTTEN DER METALLE 403

ACHTER ABSCHNITT.

DIE ERHEBUNG DER GEBIRGSKETTEN 409

NACHWEISUNG DER ABBILDUNGEN.

Figur.		Seite.
1.	Zur Absonderung der Gesteine	28
2.	Desgl.	—
3.	Desgl.	30
4.	Zur Schichtung	31
5.	Desgl.	34
6.	Desgl.	—
7.	Zu den Gängen.	36
8 — 11.	Zur Lagerung	39
12 — 14.	Zu den Gängen	44
15 — 17.	Altersverhältnisse der Gesteine	45
18.	Sibirisches Mammut	63
19.	Mastodon giganteum	64
20.	Dinotherium	65
21 u. 24.	Anoplotherium	67
22 u. 23.	Palaeotherium	—
25.	Riesen-Elenn	68
26.	Megatherium	70
27.	Ichthyosaurus	73
28.	Plesiosaurus	74
29.	Zahn von Megalosaurus	75
30.	Pterodactylus	76
31.	Thierfährten	79
32.	Labyrinthodon	80
33.	Schuppe von Placoiden	81
34.	,, ,, Ganoiden	—
35.	,, ,, Ctenoiden	82
36.	,, ,, Cycloiden	—
36a — 38.	Infusorien	104
39.	Equisetum	112
40.	Calamites	—
41.	Stigmaria	115
42.	Zur Bildung geschichteter Formationen	122

Figur.		Seite.
43 — 49.	Leitmuscheln der silurischen Formation	134
50 — 54.	Leitmuscheln zur Kohlen-Kalkstein-Formation	148
55 u. 56.	Lagerungsverhältnisse der Steinkohlenflötze	154 u. 155
57 u. 58.	Zur Entstehung der Steinkohlenflötze	163
59 — 62.	Leitmuscheln der Lias-Formation	194
63 — 70.	Leitmuscheln der Jura-Formation	205
71 — 74.	Leitmuscheln der Weald-Formation	212
75 — 86.	Leitmuscheln der Kreide-Formation	222 u. 223
87.	Zur Lehre von den artesischen Brunnen	225
88 — 92.	Leitmuscheln der untern Tertiär-Formation	229
93 u. 94.	Leitmuscheln zur mittlern Tertiär-Formation	239
95 u. 96.	Leitmuscheln der obern Tertiär-Formation	249
97.	Lagerungsverhältnisse des Granits	353
98.	Desgl.	354
99.	Desgl.	355
100.	Vorkommen des Diorits	362
101.	Zur Lehre von den Vulkanen	365
102.	Desgl.	366
103u.104.	Erhebungsinsel	377
105u.106.	Lagerungsverhältnisse des Basalts	385
107.	Zur Erläuterung der Erscheinungen heisser Quellen	395

GRUNDZÜGE DER GEOLOGIE.

ERSTER ABSCHNITT.

GEGENSTAND DER GEOLOGIE UND DIE ALLGEMEINEN VERHAELTNISSE DER ERDOBERFLAECHE.

Man versteht unter Geologie, welches Wort von dem Griechischen gä, Erde und logos, Wissenschaft, Lehre, entlehnt worden ist, im Allgemeinen die Kenntniss, die Lehre von der Erde; allein in solchem Sinne dürfen wir den Begriff nicht nehmen, sondern müssen ihn auf einen kleinen Theil der Erdkenntniss beschränken und zwar namentlich auf denjenigen, welcher sich mit dem innern Bau des festen Erdkörpers und einigen damit in Beziehung stehenden Oberflächenverhältnissen beschäftigt. — Die Geologie ist wie alle Zweige der Naturwissenschaften in ihren Grundzügen eine Erfahrungswissenschaft und beruht auf Beobachtungen, allein es würde des menschlichen Geistes unwürdig sein bei der blossen Beobachtung, bei dem blos betrachtenden Studium der Natur des Erdbaues stehen zu bleiben, ohne Folgerungen über die Entstehung desselben zu machen. Man hat daher auch einen Unterschied zwischen Geognosie und Geologie gemacht und unter ersterer den beobachtenden, unter letzterer den folgernden oder theoretischen Theil verstanden. Jedoch kann die eine nicht ohne die andere gedacht werden, weshalb es zweckmässiger ist, das umfassendere Wort Geologie für die ganze Wissenschaft zu nehmen. Es liegt in der Natur der Sache, dass die Theorien über die Entstehung der Erde sehr verschiedenartig sein können, und dies ist auch wirklich der Fall.

Die Hauptuntersuchungen, mit denen es daher die Geologie zu thun hat, sind die Materialien, aus denen die Erde zusammengesetzt ist und die Art und Weise, wie dieselben aneinander gereihet sind.

Zuvörderst müssen wir nun einige allgemeine Verhältnisse der Erde zu erörtern suchen. Was die

ALLGEMEINE GESTALT DER ERDE

betrifft, so ist dieselbe eine in der Richtung ihrer Drehungsaxe um $1/300$ ihres Durchmessers zusammengedrückte Kugel, oder ein Sphäroid. Ihr Durchmesser am Aequator beträgt 1719, der von Pol zu Pol dagegen 1713 Meilen. Zwar ist die Kugelgestalt der Erde auch ausserdem keine vollkommene, indem die Festländer und deren Gebirge Erhöhungen, das Meer und dessen Boden aber Vertiefungen bilden, allein diese Abweichungen sind im Allgemeinen zu gering, um die Kugelgestalt der Erde zu beeinträchtigen. — Eine Folge derselben ist die Kreisform des Horizontes, den man von einem erhabenen Punkt übersieht, und der um so grösser ist, je mehr wir uns über die kugelförmige Erdoberfläche erheben und dessen Grenzen theils die grössere oder geringere Durchsichtigkeit oder Strahlenbrechung der Luft, theils specielle Erhöhungen sind.

Betrachten wir den

BAU DER ERDE IM ALLGEMEINEN,

so müssen wir zuvörderst bemerken, dass wir gewohnt sind, den festen mineralischen Kern derselben vorzugsweise Erde zu nennen und dass sich die obigen Angaben über ihre Gestalt nur auf ihn mit Einschluss des Wassers beziehen. Freilich gehört auch die Atmosphäre zu unserm Planeten, denn sie bewegt sich mit ihm durch den Weltraum. Die Erdoberfläche ist daher der Boden dieses Luftmeeres, dessen Höhe man auf 10 Meilen schätzt und dessen Oberfläche der der Ersten wahrscheinlich ziemlich parallel ist, dessen Gestalt und Grenze man jedoch nicht genau kennt. Eben so wenig ist uns die Beschaffenheit des eigentlichen Erdkerns genauer bekannt, wiewohl eine Menge Muthmassungen darüber gemacht worden sind.

Etwas näher müssen wir dagegen

DIE OBERFLAECHENGESTALT

der Erde betrachten, die etwa $1/3$ von dem des ganzen Sphäroids beträgt, indem volle $2/3$ von dem Meere eingenommen werden. Alles Land besteht aus grossen Festländern und Inseln, auf denen sich Berge und Gebirge erheben. Geht man von der Meeresfläche, als der allgemeinen Basis unserer Bestimmungen von grössern oder geringern Höhen aus, so unterscheiden wir folgende Gegensätze von Erhöhungen und Vertiefungen:

Land Meeresboden,

AUF DEM LANDE:

Hochländer Niederungen,
Gebirge Ebenen,
Berge Thäler;

AUF DEM MEERESBODEN:

Klippen u. Sandbänke . Tiefen.

Alles Land tritt über dem Meeresspiegel hervor; nur im westlichen Asien kennt man eine Gegend von grossem Umfange, eine grosse Erdsenkung, tief unter der Meeresoberfläche.

Zahllose Erhöhungen, bald mehr bald weniger plötzlich, oft kaum bemerkbar ansteigend, bedecken die Erdoberfläche. Vereinzelt stellen sich solche Erhöhungen als Berge dar; zu mehren, unter sehr mannigfaltigen Verhältnissen zusammengehäuft, bilden sie Gebirge, deren Massen durch Tiefen, Thäler und Schluchten getrennt sind. Niedere Gegenden bestehen aus Ebenen, aus bergigem, oder aus wellenförmigem Hügellande.

Ebenen sind vollkommen wagerechte, oder wenig geneigte Landestheile von sehr beträchtlicher Erstreckung. Nicht selten sind es unabsehbare Flächen ohne alle Hügel, oder aus denen hier und da, gleich Felsen im Meere, wellenförmige Unebenheiten emporsteigen. Andere Ebenen enthalten stellenweise niedrige Hügelzüge, zuweilen auch wohl schroff anstei-

gende Gesteinbänke, wagerechte Plateaus von gewaltiger Ausdehnung. Theils liegen die Ebenen zwischen Meeren und Gebirgen, theils sind sie, nach allen Seiten, von Höhen umgeben. In Beziehung auf Ausdehnung und Höhe über dem allgemeinen Wasserspiegel zeigen sich dieselben sehr verschieden; in letzterer unterscheiden wir Hoch- und Tiefebenen oder Ebenen des Flachlandes. Die grösste der letztern ist die Wüste in Afrika, welche sich vom arabischen Meerbusen bis zum atlantischen Ocean erstreckt. Europa hat nur eine Ebene von beträchtlicher Ausdehnung und diese erstreckt sich von der Nordküste Frankreichs durch Holland, Norddeutschland, Preussen, Polen und Russland bis zum Ural. Die bekannte Lüneburger Heide giebt nur ein schwaches Bild von den unermesslichen Llanos oder Pampas, den Ebenen in Südamerika. Manche Ebenen sind Becken ehemaliger Seen und Meere, andere sind Thäler mit sehr breiter Sohle. Manche Ebenen, z. B. die grosse norddeutsche und die in Ungarn, liegen nur wenig über dem Meere und nur einzelne Punkte erreichen einige hundert Fuss; die amerikanischen dagegen liegen im Allgemeinen etwa 300 Fuss über dem Meeresspiegel. Die Steppen Asiens, die Ebenen Mexikos und Perus liegen dagegen zum Theil sehr hoch.

Berg- oder Hochebenen, auch Plateaus genannt, finden sich da, wo verschiedene Gebirgsketten einander näher treten; nirgends sieht man sie unmittelbar am Meeresufer. So sind die baierische und mexikanische Ebene überall von Bergen umgeben. Das nordamerikanische Hochland liegt wie eingekeilt zwischen dem östlichen und dem westlichen Küstengebirge. Asien hat die grössten Bergebenen, einen erhabenen flachen Landstrich mit vielen einzelnen, wenig über das allgemeine Niveau hervorragenden Felspartien. — Tiefere Theile vieler Ebenen bilden Stromthäler.

Wenden wir uns nun zu der Betrachtung der Erhöhungen unserer Erdoberfläche. — Im Allgemeinen steigen Berge selten vereinzelt aus Ebenen auf, denn auch von den scheinbar isolirt auftretenden sind die meisten durch mehr oder weniger beträchtliche Bodenerhöhungen verbunden. Weit gewöhnlicher liegen Berge in Haufwerken oder in Reihen zusammen und

bilden Gebirge. Die obern Bergtheile, die Gipfel, zeigen oft sehr entschieden hervortretende Formenverschiedenheiten, welche durch ein bald sanfteres, bald steileres Ansteigen der Abhänge, der Seitenflächen der Berge, bedingt werden. Diese reichen von den Gipfeln bis zum Fuss, d. h. bis zu dem untern Theil der Berge, womit die Erhöhungen in Thälern oder in Ebenen endigen. — Manche Gipfel sind abgeplattet und stellen kleine Bergebenen vor, andere sind abgerundet, halbkugelförmig und werden in gewissen Gebirgsgegenden Köpfe (Schneekopf, Ochsenkopf) genannt. Noch andere sind mehr oder weniger vollkommene Kegel, besonders die der Vulkane, oder es gehen dieselben in mehr oder weniger schroffen Spitzen, Nadeln oder Hörner genannt, aus. Bei letztern, welche in zahlloser Menge einen Schmuck der Alpenkette abgeben, trennen sich die Gipfel gleichsam vom steilen Berggehänge.

Die Neigung der Abhänge ist, wie bemerkt, sehr verschieden; in der Regel aber senken sich dieselben der ganzen Breite nach gleichmässig, selten erscheinen sie gebrochen, mehr oder weniger terrassenförmig. Sehr steile, senkrechte Abhänge nennt man Wände, sie sind gewöhnlich den Hochgebirgen eigen und finden sich in den Alpen häufig, obwohl sie auch in den alpinischen Thälern des Harzes und anderer kleinerer Gebirge sich finden. Einiges Anhalten für die Stärke der Neigung von Gebirgsabhängen gewährt im Allgemeinen die grössere oder geringere Schwierigkeit und Anstrengung, womit man Gehänge auf- und abwärts steigt. Fester, d. h. nicht mit Gestein-Bruchstücken beschütteter Felsboden, mit einer Neigung von 30° lässt sich nur schwierig ersteigen, wogegen weit steilere vulkanische Kegel mit loser Asche, in welche beim Besteigen Stufen gebildet werden können, leichter zu erklimmen sind. Mit Rasen bewachsene Abhänge von 35 bis 37° sind für das Ansteigen sehr beschwerlich; bei 44 bis 50° ist das Erklimmen unmöglich. Maulthierpfade haben gewöhnlich 19° Neigung und dürfen 30° nicht übersteigen. Wege von 13° lassen sich nur schwierig mit Wagen befahren; das stärkste Fallen der Simplonstrasse beträgt $4\frac{1}{2}$°.

Die Höhe der Berge ist sehr verschieden; der Montblanc liegt 15,000 Fuss, der Elbrus im Kaukasus 16,000 F.,

der Chimborasso im Andesgebirge 21,000 F. und der Javahir im Himalayagebirge 25,000 F. über dem Meeresspiegel, wogegen sich die höchsten Bauwerke, die egyptischen Pyramiden nur 450 und der Thurm des Strassburger Münsters nur 440 Fuss über der Oberfläche des Bodens erheben.

Die Vertiefungen, welche die Höhen trennen, heissen Thäler und sie bilden gleichsam die Gegensätze von den Bergen. Die bald sanften bald steilen geneigten, mitunter auch ganz senkrechten Berggehänge, zwischen denen ein Thal liegt, oder die dasselbe einschliessen, nennt man seine Wände oder Thaleinhänge, welche in Gebirgen meist rauh sind und deren Höhe die Thaltiefe bestimmt. In Gebirgen finden sich die tiefsten; im hügeligen und ebenen Lande giebt es oft flache, muldenförmige Thäler. Nur stellenweise sind beide Thalwände einander parallel, sie nähern sich hier und entfernen sich dort mehr voneinander, wodurch die bei so vielen Thälern häufig sich wiederholenden Verengerungen und Erweiterungen entstehen. Im allmäligen Ansteigen pflegen Thäler immer enger und enger zu werden.

Die untere Fläche von Thälern, ihre Sohle, ihr Grund, ist fast stets mehr oder weniger geneigt, namentlich bei den von Wasser durchströmten; sie steigt vom Ausgange der Thäler bis zu ihrem obern Ende oder ihrem Anfang an. Letzterer, die Stelle, wo sie ausgehen, beginnt gewöhnlich gleich unterhalb der erhabensten Stelle des Rückens, oder des Gipfels eines Gebirges. Zuweilen ist der Anfang eine blosse Schlucht. — Die Ausgänge von Thälern, die untere Grenze ihrer Längenerstreckung, die Orte, wo sie ausmünden, pflegen breit, die Wände niedrig zu sein; seltner zeigen sich hier die Gebirgsmassen nahe zusammengedrängt.

Zu der Gesammtmasse eines Gebirgs stehen Thäler meist in beschränkten, abgemessenen Verhältnissen. Sehr wesentlich ist der Unterschied zwischen Längen- und Querthälern. Jene haben mit den Gebirgen, denen sie angehören, gleiche Richtung, diese machen mit der Hauptkette fast stets rechte Winkel, auch durchschneiden sie solche zuweilen. Die Form der Thäler ist sehr verschiedenartig; manche derselben haben besondere Namen, von denen wir nur der

Becken- oder Kesselthäler gedenken, welche nach allen Seiten geschlossen und ringsum von Erhöhungen umgeben sind. — Ganz besondere Beachtung unter den Hochthälern gebührt jenen, die leichtern Uebergang über ein Gebirge gestatten, oder richtiger, wo man die wenigsten Schwierigkeiten beim Ersteigen findet. Es sind dies die Gebirgs- oder Alpenpässe, die niedrigsten Stellen auf Hauptrücken; Thäler, zwischen Felswänden und schroffen Gesteinmassen eingesenkt.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung der Gebirge. Ihr Raumgehalt wird durch Grundfläche und Abhänge begrenzt. Die Abhänge oder Abfälle, beide grosse Seitenflächen, erheben sich aus der Tiefe, wo sie mit der Grundfläche verbunden sind und treffen oben, im Haupt-Gebirgsrücken oder Gebirgskamm zusammen; von hier aus, als der Wasserscheide, haben die höchsten Quellen, in entgegengesetzten Richtungen, ihren Ablauf. — Gebirgskämme sind häufig schmal, scharf, zackig; Gebirgsrücken dagegen findet man öfter flach gerundet, breit, zuweilen fast eben. — Die Grenzpunkte des Rückens oder Kammes, da wo derselbe mit der Grundfläche zusammentrifft, gelten als Enden eines Gebirgs.

Gebirge von mehr als 30 Meilen Längenerstreckung nennt man Hauptgebirge; 10 bis 20 und 30 Meilen lange, Mittel- und nicht über 10 Meilen lange, kleine Gebirge. — In Hinsicht auf ihre Erhabenheit werden unterschieden: hohe Gebirge, die, wenigstens an einzelnen Stellen, über 6000 Fuss ansteigen, Gebirge mittlerer Höhe, die zwischen 3000 und 6000 Fuss und niedere Gebirge, die 600 bis 3000 Fuss hoch sind. — Nach dem Verhältniss zwischen Länge und Breite giebt es Massen- und Kettengebirge. Letztere haben bei geringer Breite sehr bedeutende Länge; bei jenen, die eine ziemlich gerundete Oberfläche haben, sind beide Ausdehnungen ungefähr gleich. Kettengebirge sind bei weitem die gewöhnlichern; sie ziehen sich theils in gerader Richtung viele, zuweilen Hunderte von Meilen weit, theils zeigen sie sich gekrümmt. Massengebirge ähneln Inseln und gehen oft nach oben in einen, besonders hervorragenden Gipfel aus. Umgrenzen sie eine, mehr oder

weniger erhabene, Ebene in der Runde, so bezeichnet man dieselben mit dem Ausdrucke Ringgebirge, wie z. B. der Böhmer-Wald. — Endlich unterscheidet man nach der Form Alpen-, Kegel- und gemeine Gebirge. Erstere sind am besten in den Schweizer- und Tyroler-Alpen charakterisirt; ihr Auszeichnendes ist vorzüglich die grosse Höhendifferenz zwischen den Bergspitzen und ihren gemeinschaftlichen Fusspunkten, den Gebirgspässen, so wie überhaupt grosse Steilheit und malerische Form, bei beträchtlicher Höhe. In Kegelgebirgen laufen die einzelnen Höhen mehr oder weniger spitzig zu und steigen meist einzeln empor, oder sind einander nur mit den Füssen verbunden. Bei gemeinen Gebirgen verfliessen die, weniger beträchtlich emporsteigenden, einzelnen Berge mit ihren Abhängen sanft in einander; die Gebirgsnatur tritt nicht mit so scharfen Zügen hervor, als solches namentlich bei den Alpen der Fall ist.

Bergland nennt man die untergeordnete Vereinigung mässig hoher Berge. Man unterscheidet zusammenhängendes und zerstreutes Bergland und erwartet, dass die einzelnen Berge sich wenigstens 200 bis 500 Fuss über die nächsten Ebenen oder Hauptflüsse erheben. Besonders häufig ist Bergland in den Gegenden, wo die sogenannten Flötzgebirge herrschen. In diesem Falle nimmt es dann oft einen besondern Charakter an, indem eine, um mehre 100 Fuss über dem Wasserspiegel der nächsten Flüsse erhabene Ebene, eine Art von Plateau, von einzelnen oder vielen Thälern durchschnitten wird. — Hügelland ist nur ein niederer Grad von Bergland, welcher den Uebergang zu den Ebenen bildet.

Wir müssen nun endlich noch einige Bemerkungen über den Meeresgrund machen. Er enthält ähnliche Unebenheiten wie das Land, deren specielle Form jedoch nur wenig bekannt ist. Man unterscheidet vorzüglich flachen und tiefen Meeresgrund. Der erstere ist entweder eben und enthält Dünen und Bänke, oder er ist klippig und bildet dann Scheeren. Die grössten Tiefen des Meeres sind nicht gemessen, weil dies wegen der Wasserströmungen zu schwierig ist, dürften aber nach den gemachten Berechnungen nir-

gends so viel betragen als die höchsten Erhabenheiten des Landes. Häufig beobachtet man untermeerische Fortsetzungen der Gebirge des Landes, und in der Regel kann man aus der Gestalt des benachbarten Landes auf die Gestalt und Tiefe des zunächst angrenzenden Meeresbodens schliessen. Flach ansteigende Ufer deuten einen flachen, schroffe und felsige einen tiefen oder klippigen Meeresgrund an.

DIE DICHTIGKEIT DER ERDE

ist im Innern grösser als an der Oberfläche und wir bemerken nur kurz, dass aus allen angestellten Versuchen und Rechnungen mit Sicherheit hervorgeht, dass das specifische Gewicht des Erdkörpers mehr als fünfmal so gross als die des Wassers und fast doppelt so gross als die ihrer bekannten festen Oberfläche ist, woraus gefolgert werden kann, dass sie gegen den Mittelpunkt hin zunimmt.

DIE TEMPERATUR DER ERDE

hängt an der Oberfläche so wie die der Luft grösstentheils von den täglichen und jährlichen Einwirkungen der Sonnenstrahlen ab. Ihr jährliches Mittel beträgt in den mittlern und niedern Gegenden Mittel-Deutschlands 9 bis 11° C., unter dem Aequator 27½°. — Diese Angaben sind für das Meeresniveau berechnet und deshalb nur für solche Orte gültig, die nicht viel darüber erhaben liegen. Je höher man in die Gebirge aufsteigt, desto kälter werden Luft und Boden, und bei einer gewissen Höhe erreicht man überall die Grenze des ewigen Schnees. Diese untere Grenze der Schneeregion nennt man die Schneelinie; ihr Abstand von der Meeresfläche, also ihre Höhe, ist nach dem verschiedenen Klima der Gegenden verschieden. Unter dem Aequator beträgt er in den südamerikanischen Anden 14,800 F., im Himalayagebirge bei 30° nördl. Br. 16,500 F., in den Schweizeralpen bei 47° nördl. Br. nur 8000 F. Aus den Resultaten vieler Beobachtungen hat man die Schneelinie als eine Curve construirt, welche sich bei 65 bis 75° nördl. Br. über den Meeresspiegel erhebt und bei 60° südl. Br., dort also viel früher, wieder in das Meer sinkt. Diese Curve ist jedoch,

wie schon die obigen Beispiele zeigen, nicht für alle Meridiane gleich gestaltet, weil die mittlere Temperatur der Erdoberfläche unter gleichen Breitengraden nicht überall gleich ist. Zahlreiche Beobachtungen haben nämlich gelehrt, dass die sogenannten Isothermen, d. h. die Verbindungslinien derjenigen Orte, welche gleiche mittlere Temperatur besitzen, den Breitengraden-Linien keineswegs ganz parallel sind, sondern mancherlei Abweichungen davon machen.

Soviel über die Temperatur der Erdoberfläche; dringen wir jetzt, soviel dies möglich, in das Innere der Erde ein. Jedermann weiss, dass es in einem guten Keller nicht friert, allein nicht Alle kennen den Grund davon. Es wird dies durch die eigenthümliche Erdwärme bewirkt, deren progressive Zunahme nach der Tiefe hin durch alle darüber angestellten Versuche in Gruben, Bohrlöchern und an Quellen erwiesen ist. Dringt man durch diese beiden Mittel in das Innere der Erde ein, so findet man zunächst, dass in Deutschland ungefähr bei 4 Fuss Tiefe die täglichen Temperaturwechsel aufhören und nur noch die jährlichen das Thermometer bewegen. Dann gelangt man ungefähr bei 60 Fuss Tiefe in eine Region, in welcher auch die jährlichen Wechsel, also alle wechselnden Wirkungen der Sonne gänzlich verschwinden und somit die der eigentlichen Erdwärme allein herrschen. Diese Tiefen sind unter dem Aequator weit geringer als nach den Polen zu, welches eine natürliche Folge der verschiedenen Dauer der Tages- und Jahreszeiten ist.

In einer gewissen Region des Erdinnern ist aber die Temperatur für jeden Ort völlig constant. Noch tiefer hinein findet eine gleichmässige Temperaturzunahme statt, und zwar durchschnittlich bei 120 Fuss um 1° C. — Jedoch ist diese Zunahme nicht in allen Gruben und Bohrlöchern, in denen man Beobachtungen anstellte, gleich gefunden worden, weil die Lage in Gebirgen oder Ebenen, Luftwechsel von unten oder von oben, eindringendes Wasser, Grad der Leitungsfähigkeit und Wärme entwickelnde Zersetzungen des Gesteins, so wie das Athmen der Arbeiter, die Beleuchtung, Sprengung u. s. w. grossen Einfluss haben und mancherlei Abweichungen hervorbringen können.

Aus der durch Beobachtungen erkannten Temperaturzunahme von 1° C. auf 120 F. scheint hervorzugehen, dass eine ähnliche Zunahme bis in die grössten Erdtiefen stattfinde, woraus dann nothwendig ein feurigflüssiger Zustand des Erdinnern zu folgern sein würde. Durch diese innere Erdwärme wird die Temperatur der warmen und heissen Quellen am besten erklärt und auch, wie wir später sehen werden, die Erscheinungen der Vulkane.

ZWEITER ABSCHNITT.

VON DEN GESTEINEN.

Der feste Theil der Erde besteht, soweit unsere Kenntnisse reichen, wesentlich aus Mineralien, die theils zu lockern Anhäufungen, theils zu festen Massen vereinigt sind. Mineralien aber sind aus gleichartigen Theilen bestehende natürliche unorganische feste Körper. Quarz, Glimmer und Feldspath sind Mineralien, Granit dagegen, ein Gemenge aus denselben, ist kein Mineral, sondern ein Gestein, eine Felsart, eine Gebirgsart. Es giebt aber auch Gesteine, die nicht aus verschiedenen, sondern nur aus der Anhäufung von einerlei Mineral bestehen, wie z. B. Marmor aus Kalkspath, Alabaster aus Gyps. Ueberhaupt nennt man jede, einen wesentlichen Theil der festen Erdkruste bildende Mineralmasse ein Gestein.

Die Mineralien sind der Gegenstand einer selbstständigen, umfangreichen Wissenschaft, der Mineralogie, auch Oryktognosie genannt; die Gesteine lehrt uns die Petrographie (Petrologie) oder Gesteinlehre kennen, die ein Theil der Geologie ist.

Die Zusammensetzung der Gesteine aus Mineralien findet, nach dem Obigen, auf zweierlei Weise statt. Theils sind lauter kleine Theile, wie Körner, Blättchen, Fasern eines und desselben Minerals zu Gesteinen verbunden, welche bedeutende körperliche Räume einnehmen, theils sind sie kleine Theile von zwei, drei oder vier verschiedenen Mineralien, so mit einander gemengt, dass dieselben in allen Theilen der

Gesteinsmasse in ziemlich gleichem Verhältniss zu einander stehen. Diese gemengten Gesteine erfüllen ebenfalls sehr grosse Räume und wiederholen sich gleich den einfachen in allen Theilen der Erde auf gleiche Weise.

An der Zusammensetzung der Gesteine nimmt nur ein kleiner Theil von den bis jetzt bekannten Mineralien wesentlichen Antheil, und folglich sind die Hauptbestandtheile der festen Erdoberfläche wenige von den Stoffen, aus denen wieder die Mineralien bestehen, nämlich: Kohlensäure, Schwefelsäure, Kieselsäure, Thonerde, Kalkerde, Magnesia, Kali, Natron und Eisenoxyd. Diese Substanzen bestehen ihrerseits wieder aus Sauerstoff und einem einfachen Körper. Kieselsäure und das oxydirte Eisen kommen häufig, Thonerde selten (als Rubin und Saphir) rein in der Natur vor; die andern Substanzen nur in Verbindungen.

Das Kalium und das Natrium, die Metalle des Kalis und Natrons, erhält man durch Destillation, wenn man die kohlensauren Salze derselben mit Kohle bis zur Weissglühhitze erhitzt; Kiesel, Calcium und Magnesium, ebenfalls drei metallische Stoffe (im weitern, chemischen Sinne des Worts), wenn man die Verbindung derselben mit Kalium oder Natrium glüht. Natrium und Kalium sind leichter als Wasser. Diese fünf einfachen Körper haben alle so grosse Verwandtschaft zum Sauerstoff, dass sie frei nicht auf der Erde vorkommen können. Die aus 52 Theilen Sauerstoff und 48 Theilen Kiesel bestehende Kieselsäure oder Kieselerde ist die verbreiteteste Substanz der festen Erdrinde. Kommt sie krystallisirt und durchsichtig vor, so wird sie Bergkrystall genannt. Quarz und Sand (abgerundete Quarzstückchen), Feuersteine und Kieselschiefer sind reine Kieselsäure, welche durch Beimengungen mehr oder weniger undurchsichtig und gefärbt erscheint; diese krystallisirte Kieselsäure kann man weder in Säuren noch in Wasser auflösen. Zersetzt man dagegen eine Verbindung der Kieselsäure, z. B. kieselsaures Kali, durch eine Säure, oder ist eine kieselsaure Verbindung, z. B. der Feldspath, durch eine Säure zersetzt worden, so löst sich, wenn viel Wasser vorhanden war, die Kieselsäure in diesem auf, und wenn das Wasser verdampft, so scheidet sie sich gallert-

artig aus; stark getrocknet ist sie alsdann in Wasser und Säuren unlöslich. Nur vor dem Sauerstoffgebläse kann man die Kieselsäure schmelzen; in der Natur hat sie sich sowohl aus einem durch Glühhitze erzeugten flüssigen Zustande, als aus einer wässerigen Auflösung in Krystallen ausgeschieden.

Stellt man bei der gewöhnlichen Temperatur kieselsaure Salze dar, indem man verschiedene lösliche Salze mit kieselsaurem Kali fällt, z. B. kieselsaures Bleioxyd, kieselsaure Thonerde, so erhält man Verbindungen, welche durch die schwächsten Säuren, z. B. durch Kohlensäure, zerlegt werden können.

Bei einer erhöheten Temperatur übertrifft die Kieselsäure dagegen die stärkste Säure an Verwandtschaftskraft. Kieselsäure mit kohlensaurem, sogar mit schwefelsaurem Kali oder Natron erhitzt, treibt sowohl Kohlensäure als Schwefelsäure aus, indem sie sich mit dem Kali oder Natron verbindet.

Nächst der Kieselsäure und der kohlensauren Kalkerde sind die Verbindungen, welche Kieselsäure mit Thonerde, Kali, Natron, Kalkerde und Magnesia eingeht, die verbreitetesten der Erdoberfläche.

Der Feldspath besteht aus kieselsaurer Thonerde und kieselsaurem Kali; er kommt stets krystallisirt vor und lässt sich nach zwei, einander senkrechten Richtungen spalten. Rein ist er farblos, häufig jedoch durch Eisenoxyd roth gefärbt. Wenn Feldspath lange Zeit hindurch mit Wasser und Säure in Berührung ist, so zerlegt er sich, die Hälfte der Kieselsäure und drei Viertel des Kali werden von Wasser aufgelöst und Thon bleibt in der Form des Feldspaths zurück; vielleicht bewirkt auch blosses Wasser diese Zersetzung. Die Kieselsäure hat sich aus der Auflösung zuweilen neben dem Feldspath in Krystallen, in der Regel entfernter von dem Orte der Zersetzung, ausgesondert.

Der Thon kommt entweder noch an der Stelle vor, wo der Feldspath lag, durch dessen Zersetzung er entstand, oder er wurde durch fliessendes Wasser an andere Orte geführt. Der Thon bildet kleine krystallinische Schüppchen, welche sich leicht in Wasser suspendiren (d. h. in demselben hängen, mit demselben mechanisch vermischt sind), und kommt daher in

allen Bildungen der Erdoberfläche vor, bei denen fliessendes Wasser wirksam gewesen ist. Er ist der Hauptbestandtheil der fruchtbaren Erddecke, und ist als Material der Töpferwaaren, der Ziegelsteine u. s. w. für die Technik sehr wichtig.

Der Albit ist wie der Feldspath zusammengesetzt und nur dadurch verschieden, dass er statt Kali Natron enthält; auch stehen seine beiden Haupt-Spaltungsrichtungen nicht senkrecht, sondern unter einem schiefen Winkel aufeinander. Er zersetzt sich auf ähnliche Weise wie der Feldspath und zwar noch leichter.

Der Glimmer besteht aus Kieselsäure, Thonerde und Kali; er enthält bei derselben Kalimenge mehr Thonerde und Kieselsäure als der Feldspath, so dass man, wenn man zum Feldspath drei Mal mehr Thonerde und $^1/_3$ Mal mehr Kieselsäure, als er enthält, hinzufügt, die Zusammensetzung des Glimmers erhält. Derselbe lässt sich nach einer Richtung zu den dünnsten Blättern spalten, und wird dadurch leicht von andern, ihn begleitenden Mineralien unterschieden. Er wird nur sehr schwer zersetzt und auch in der Natur kommt nur sehr selten zersetzter Glimmer vor. Bei der Zerstörung von Gebirgsarten, worin er enthalten ist, wurde er mechanisch zerkleinert, und in diesem zerkleinerten Zustande suspendirt er sich leicht in Wasser und findet sich daher wie der Thon allgemein verbreitet.

Augit und Olivin sind Verbindungen von Kieselsäure mit Kalkerde, Magnesia oder Eisenoxydul. Hornblende kommt in der Regel in Gebirgen vor, welche einen Ueberschuss von Kieselsäure enthalten; Augit, wenn dieses nicht der Fall ist. Im Augit verhält sich der Sauerstoff der Basen zu dem der Säure, wie 1 : 2, im Olivin, wie 1 : 1; dieser bildet sich daher, wenn der Kieselsäuregehalt noch mehr abnimmt. In der Hornblende findet man stets etwas mehr Kieselsäure als im Augit. Der Olivin enthält von den Basen hauptsächlich Magnesia; er zersetzt sich so schwer, dass man ihn in der Natur kaum zersetzt gefunden hat. Dagegen kommen Augit und Hornblende häufig zersetzt vor, allein die Produkte der Zersetzung sind von keiner Wichtigkeit.

Kohlensaure Kalkerde kommt rein als Doppelspath, weisser Marmor und Tropfstein vor, vermischt mit fremden Bestandtheilen als Kalkstein und Kreide. Erhitzt bis zur starken Rothglühhitze, giebt sie Kohlensäure ab; wenn diese entweichen kann, bleibt reine Kalkerde zurück. Mit Wasser übergossen, verbindet sich die Kalkerde damit, sie löscht sich; mit Sand gemengt, dient dieses Kalkerdehydrat als Mörtel. Kann die Kohlensäure nicht entweichen, so schmilzt der kohlensaure Kalk und erscheint beim Erkalten marmorähnlich. Im Wasser ist er unlöslich, in Kohlensäure löslich und scheidet sich, wenn die letztere langsam entweicht, krystallinisch aus; so zeigt der Tropfstein häufig grosse Krystalle.

Magnesiakalkstein besteht aus kohlensaurer Magnesia und kohlensaurer Kalkerde; er ist in kohlensäurehaltigem Wasser auflöslich, jedoch schwerer als kohlensaure Kalkerde, und sondert sich gleichfalls krystallisirt aus der Auflösung aus.

Gyps oder wasserhaltiger schwefelsaurer Kalk. Erhitzt giebt er das Wasser ($20\frac{4}{5}$ Procent) ab, löst sich in 460 Theilen Wasser auf und sondert sich beim Verdampfen der Auflösung in Krystallen aus.

Eisenoxyd hat eine intensiv rothe Farbe, suspendirt sich leicht im Wasser, ist daher wie der Thon allgemein verbreitet, und bildet den färbenden Bestandtheil ganzer Landstriche.

Selten bestehen grössere Massen der festen Erdoberfläche aus diesen reinen chemischen Verbindungen, wie z. B. der Quarzfels oder der Marmor; gewöhnlich sind die Gesteine Gemenge derselben, und das Gemenge ist natürlich nach der Art und Weise, wie es sich gebildet, verschieden, so dass sich bestimmte Trennungen machen lassen, je nachdem die Massen durch erhöhete Temperatur, oder in Wasser gelöst, oder nur darin suspendirt waren; die beiden letzten Bildungsarten haben häufig vereint stattgefunden. Es entstehen auf diese Weise natürliche Abtheilungen von Gesteinen. Ehe wir aber zu deren Uebersicht uns wenden, müssen wir erst noch einige Bemerkungen über einige allgemeine Verhältnisse der Gesteine machen. Selbst die einfachen, die aus einem Minerale bestehenden, sind keineswegs unzusammengesetzt, son-

dern sie bestehen aus lauter Individuen oder Theilchen desselben Minerals. Sind diese Theilchen dem Auge deutlich unterscheidbar, so nennt man das Gestein körnig, wenn sie rundlich, spätig oder spaltbar, wenn sie im Innern sehr krystallinisch und ziemlich gross sind, blättrig, wenn die zusammensetzenden Mineraltheile lauter kleine Blätter sind, faserig, wenn dieselben aus Fasern bestehen. Sind hingegen die Theilchen zu klein, um sie erkennen zu können, so heissen die Gesteine dicht, oder wenn die Verbindung nur locker ist, erdig. Alle diese Verbindungsverhältnisse der Bestandtheile können mit schiefriger Textur oder mit schiefrigem Gefüge vereint sein.

Eine sehr besondere Textur einiger einfachen Gesteine ist die concentrisch-schalige, erbsen- oder rogensteinartige. Die Steinmasse besteht aus hirse- bis zu erbsengrossen Kügelchen, welche im Durchbruch mehr oder weniger deutlich wahrnehmen lassen, dass sie aus lauter feinen concentrischen Schalen zusammengesetzt sind. Den Mittelpunkt dieser Kügelchen bildet oft ein kleines fremdartiges Körnchen.

Die gemengten Gebirgsarten bestehen, wie bemerkt, aus ziemlich gesetzmässigen Verbindungen mehrer Mineralien. Die Art ihrer Verbindung kann sein: krystallinisch, durch Verwachsung von Krystallindividuen ohne einen fremdartigen bindenden Kitt, oder mechanisch durch ein sogenanntes Bindemittel, welches mehr oder weniger abgerundete Bruchstücke von Mineralien oder Gesteinen zusammenhält. Die Theile können aber auch endlich lose übereinander liegen, ohne fest verbunden zu sein. Alle diese Verbindungen verschiedenartiger Mineralien können sein: deutlich oder undeutlich, je nachdem wir die einzelnen Bestandtheile mit unbewaffnetem Auge zu erkennen vermögen oder nicht; die letztern werden oft scheinbar gleichartig genannt. Sie können ferner sein: körnig oder dicht, welches wir schon weiter oben erklärt haben, schiefrig, flaserig, porphyrartig, mandelsteinartig und schlackig.

Schiefrig nennt man dieselben, wenn sie nach einer Richtung besonders leicht spalten, was gewöhnlich durch die

2*

parallele Lage eines der Gemengtheile oder aller veranlasst wird. Flaserig ist eine Modification des Schiefrigen, bei welcher die Spaltflächen sehr uneben, wollig oder wulstig sind. Porphyrartig wird allgemein diejenige Textur genannt, bei welcher eine wirklich oder scheinbar gleichartige Hauptmasse einzelne Krystalle oder krystallinische Körner irgend eines Minerals enthält; man dehnt jedoch den Begriff auch noch weiter aus und nennt selbst deutlich gemengte Gebirgsarten porphyrartig, wenn sie besonders auffallende, deutlich ausgebildete Krystalle irgend eines Minerals enthalten, z. B. Granit mit grossen Feldspathkrystallen. Mandelsteinartig sind die Gesteine, wenn sie einzelne, ganz oder theilweise ausgefüllte Blasenräume — sogenannte Mandeln — enthalten, schlackig hingegen, wenn die Blasenräume sehr häufig und leer sind. — Noch muss endlich der Drusenräume gedacht werden, welche zuweilen sowohl in den einfachen als gemengten Felsarten vorkommen. Man versteht darunter unregelmässige Räume, deren Wände mit krystallinischen Bildungen besetzt sind.

Wir geben nun eine ganz kurze Uebersicht der wichtigsten Gesteine:

1. Granit, ein gleichartiges Gemenge aus Feldspath oder Albit, Quarz und Glimmer, in welchem manchmal der Glimmer sehr abnimmt, ohne den Charakter der Felsart zu verändern.

2. Gneis besteht ebenfalls aus Quarz, Feldspath und Glimmer; der letztere ist aber darin so vorherrschend, dass er ein schiefriges Gefüge des Gesteins hervorbringt.

3. Glimmerschiefer besteht nur aus Quarz und Glimmer; sehr häufig bezeichnet man mit diesem Namen ein Gestein, das sich aus dem Wasser abgesetzt hat, in welchem der Quarz gelöst und der Glimmer suspendirt war. Eine geringe Quantität Glimmer kann alsdann schon ein schiefriges Gefüge bewirken.

4. Syenit besteht aus Hornblende und Feldspath, enthält aber auch häufig Quarz und Glimmer.

5. Diorit oder Grünstein besteht aus Hornblende und Albit.

6. Porphyr. In einer Grundmasse liegen ausgebildete grössere Krystalle von Feldspath, zuweilen auch von Albit. Manchmal ist die Grundmasse deutlich zu erkennen; so besteht sie in dem Teplitzer Porphyr aus Quarz und Glimmer, er ist also nur ein porphyrartiger Granit; in andern aus einem dichten Gemenge von Quarz und Feldspath, oder von Quarz und Albit. In einigen Porphyren liegt der Quarz wie der Feldspath in ausgebildeten Krystallen in der Grundmasse.

Enthält eine geschmolzene Masse bei überschüssiger Kieselsäure Thonerde und Kali in dem Verhältniss, dass der Sauerstoff der Thonerde sich zu dem des Kali wie 3 : 1 verhält, so wird sie beim Erkalten aus Quarz und Feldspath bestehen; enthält sie mehr Thonerde, so wird sie aus Quarz, Feldspath und Glimmer bestehen; enthält sie 4 Mal mehr Thonerde, als zur Feldspathbildung nöthig ist, aus Quarz und Glimmer. Enthält sie Kalkerde und Eisenoxydul, so wird sie Hornblende enthalten.

Eine aus diesen Substanzen bestehende Flüssigkeit bildete die Erdoberfläche, ehe sie fest wurde.

7. Trachyt besteht aus Feldspathkrystallen, welche in einer Feldspath- oder Albitmasse liegen.

8. Basalt besteht aus Augit, aus kieselsauren Verbindungen, die häufig wasserhaltig sind, und Olivin.

9. Der Klingstein besteht aus Feldspath und wasserhaltigen kieselsauren Verbindungen.

Diese drei Substanzen gehören zu den jüngsten Bildungen der Erdoberfläche, sie bilden die Lavaströme, und enthalten, da sie die andern Bildungen durchbrechen, häufig sowohl unveränderte als veränderte Bruchstücke der ältern Gebirge.

10. Der Kalkstein ist stets in kohlensaurem Wasser aufgelöst gewesen; war in demselben Wasser Thon suspendirt, so hat sich dieser zugleich mit abgesetzt, und die Bildung von erkennbaren Krystallen wurde verhindert, es entstand der gewöhnliche Kalkstein. Wurde aber auf irgend eine Weise der Thon ausgesondert, z. B. dadurch, dass die Flüssigkeit durch feine Spalten oder durch kleine Oeffnungen der

Schale von Schnecken oder Muscheln drang, so hat sich der Kalk in grössern Krystallen darin abgesondert. Sonderte sich der Kalk aus einem bewegten Wasser ab, so bildete er ein zusammengebackenes Pulver, die Kreide.

11. Der Magnesiakalkstein oder Dolomit kommt auf ähnliche Weise vor, wie der Kalkstein, und häufig mit demselben gemengt.

12. Grauwacke besteht aus abgerundeten Quarzkörnern, häufig ohne Glimmer, doch nimmt zuweilen die Glimmermasse so darin zu, dass das Ganze schiefrig wird; die Quarzkörner sind entweder durch Thon oder durch Kieselsäure mit einander verbunden, welche im Wasser aufgelöst war, und sie sieht alsdann zuweilen wie geschmolzen aus (Hornfels).

13. Thonschiefer besteht aus Thonschüppchen, welche dicht aufeinander liegen, mehr oder weniger mit Glimmerblättchen untermengt, deren Quantität zuweilen so zunimmt, dass sie den Hauptbestandtheil ausmachen. Kieselsäure, welche sich aus der Flüssigkeit, worin sie gelöst war, mit dem Thon ausgesondert, ist gleichfalls in grosser und geringer Menge darin enthalten. Bildeten sich im Thonschiefer Risse, die so klein waren, dass die Flüssigkeit eindringen konnte, Thon und Glimmer aber zurückblieben, so hat sich aus der Flüssigkeit die Kieselsäure rein und krystallisirt in der Form feiner Quarzgänge ausgeschieden.

14. Sandstein. Quarzkörner, durch Thon, selten durch Kieselsäure mit einander verbunden; in einigem Sandstein besteht fast die Hälfte aus kleinen Quarzkrystallen, ein Beweis, dass die Kieselsäure, welche sie bildete, in Wasser gelöst war.

15. Conglomerate: abgerundete, selten eckige Bruchstücke von Gesteinen, in denen man die Bestandtheile gewöhnlich noch erkennen kann, sind durch ein Bindemittel mit einander verbunden; von den Gesteinen erhalten sie den Namen: Granit-, Porphyr-, Kalkstein-, Magnesiakalksteinconglomerat. Ihre Zusammensetzung richtet sich natürlich nach den Gebirgen, welche zu ihrer Bildung beigetragen haben.

Viele Gesteine gehen in einander über, d. h. die Masse des einen wird so allmälig zu der des andern, dass man zwischen beiden keine bestimmten Grenzen oder Unterscheidungen auffinden kann. Die Uebergänge können sein: scheinbare oder wirkliche, und im letztern Falle mechanische oder chemische. Es wird sich dies durch einige Beispiele am besten erläutern lassen. — Granit kann scheinbar in Sandstein übergehen, wenn dieser in jenes Nähe so viele Gemengtheile von ihm enthält, dass er dadurch bei flüchtigem Anblicke dem Granit ganz ähnlich erscheint. Ein wirklicher Uebergang kann jedoch zwischen diesen beiden Gesteinen nicht stattfinden, da die Theile im Granit krystallinisch und im Sandstein mechanisch verbunden sind. — Dagegen kann körniger Kalkstein in dichten, Granit in Gneis, Diorit in Dioritschiefer, durch allmälige Abnahme der körnigen Textur; oder Granit in Syenit, durch Beimengung von Hornblende, wirklich übergehen. Ebenso Glimmerschiefer in Gneis durch Hinzutreten von Feldspath, Kalkstein in Mergel oder in Sandstein, durch Aufnahme von Thon und Sand; Sandstein in Conglomerat, durch Anwesenheit grösserer Geschiebe. Alle diese wirklichen Uebergänge sind in so fern mechanische, als sie nur die Textur oder Zahl und Art der Gemengtheile, nicht aber deren chemische Zusammensetzung betreffen. Ein chemischer Uebergang ist es hingegen, wenn Kalkstein durch Aufnahme von Talkerde in Dolomit übergeht, oder wenn durch Zersetzung aus Basalt Wacke entsteht u. s. w. — Uebrigens wird durch die Uebergänge die Bestimmung der Gesteine oft sehr erschwert.

Machen wir jetzt am Schluss dieses Abschnittes noch einige theoretische Betrachtungen und Folgerungen.

Die übrigen Planeten, die Sonne und die Monde, bestehen wahrscheinlich aus denselben Elementen wie die Erde, denn in den Meteorsteinen, sei es, dass sie von einem dieser Körper kommen, oder dass sie selbstständig sich im Weltraum bewegen, bis sie von der Masse der Erde so angezogen wurden, dass sie darauf niederfallen, hat man einen

sehr grossen Theil derselben Substanzen, die auf der Erde vorkommen, gefunden, aber noch keine neue: Kieselsäure, Magnesia, Natron, Eisen u. s. w. Einige Meteorsteine sind aus chemischen Verbindungen zusammengesetzt, welche auch auf der Erdoberfläche vorkommen, andere enthalten Eisen im metallischen Zustande.

Die ellipsoidische Gestalt der Erde kann nur dadurch entstanden sein, dass sie flüssig war, und der flüssige Zustand kann nur durch eine erhöhete Temperatur hervorgebracht sein, da wir keine Substanz kennen, welche die Bestandtheile der Erdoberfläche auflösen konnte, und noch weniger eine solche als vorhanden nachgewiesen werden kann.

Die Erde würde sich demnach einstmals in demselben Zustande befunden haben, wie jetzt die Sonne; die Temperatur dieses Körpers muss höher sein, als die des Focus eines Brennspiegels, in welchem man die Sonnenstrahlen sammelt, da nur ein warmer Körper dem weniger warmen Wärme ausstrahlen kann, sie ist also höher, wie irgend eine Temperatur, die wir künstlich hervorbringen können. Gold z. B. würde auf der Sonne luftförmig sein, so wie viele Schwefelmetalle. Eine grosse heisse Kugel, indem sie von ihrer Oberfläche Wärme abgiebt, erkaltet langsamer, wie eine kleine, daher die jetzige niedrige Temperatur der Erde; der Mond mag eine noch niedrigere haben, der Mars dagegen beinahe dieselbe wie die Erde.

Die Temperatur einer, von der Oberfläche aus erkaltenden, festen Kugel ist auf jener am niedrigsten, und jemehr man sich dem Mittelpunkt nähert, um so höher steigt sie, weil die Wärme nur allmälig der Oberfläche wieder zugeführt wird. Nimmt man, wie wir schon im vorhergehenden Abschnitte bemerkten, an, dass die Temperatur der Erde ungefähr um 1° C. für jede 120 Fuss zunimmt, so würde sie in einer Tiefe von 5 Meilen (= 120,000 F.) demnach 1000° betragen. Schon bei dieser Temperatur schmilzt der Granit und schmelzen die Massen, von denen man nachweisen kann, dass sie tiefer als der Granit liegen, und flüssig diesen und die andern Gebirge durchbrochen haben.

Die Mineralien, welche in den durch erhöhete Temperatur flüssig gewesenen Gebirgen vorkommen, kann man, wenn man die Bestandtheile, welche durch die Untersuchung darin aufgefunden sind, in demselben Verhältniss zusammenschmilzt, künstlich mit denselben Eigenschaften, derselben Härte nämlich und in derselben Krystallform, wie die natürlichen darstellen. Feldspath, Glimmer, Augit, Olivin, Eisenoxyd, Magneteisenstein, Zinkblende, Bleiglanz und viele andere sind absichtlich oder gelegentlich künstlich dargestellt worden; nur durch eine erhöhete Temperatur gelingt die Darstellung von Feldspath, Glimmer, Augit, Olivin und ähnlichen kieselsauren Verbindungen.

Bei einer Temperatur, wobei der Granit flüssig ist, waren Wasser, Kochsalz, viele Schwefelmetalle nur luftförmig vorhanden, und machten die Bestandtheile der Atmosphäre aus, deren Druck dadurch mehr als 1000 Mal grösser wie der jetzige war, womit auch die Dichtigkeit der den festwerdenden Granit berührenden Theile der Atmosphäre im Verhältniss stand.

In den Granitgebirgen beobachten wir sehr gewöhnlich, dass flüssiger Granit den festen durchbricht, es ist daher sehr wahrscheinlich, dass der feste leichter als der flüssige ist. Beim Festwerden der Erdrinde fanden daher ähnliche Erscheinungen statt, wie noch jetzt an den Polen beim Festwerden des Wassers. Granitberge haben in der flüssigen Masse geschwommen, und nach und nach ist die äussere Schicht der Erde erst fest geworden; die Temperatur der äussern Erdrinde war schon bis wenigstens 80° gesunken, als noch flüssige Granitmassen von unten heraufkamen.

Die Zerstörung des festen Granits hat unstreitig früher ebenso wie jetzt mit der chemischen Zersetzung des Feldspaths begonnen, und wurde durch die Temperatur des Wassers begünstigt; der Thon, worin sich der Feldspath umändert, wird leicht vom strömenden Wasser weggeführt, der Zusammenhang des Gesteins wird dadurch aufgehoben, und Glimmer und Quarz werden leicht weiter geführt, zerrieben und in ruhigem Wasser abgesetzt.

Noch jetzt fällt in Cayenne $5\frac{1}{2}$ Mal mehr Regen als bei uns. Für die frühere hohe Temperatur der Erde würde bei dem jetzigen täglichen Temperaturwechsel an einem Tage wenigstens 10 Mal mehr Regen gefallen sein, als jetzt in einem Jahre und Stürme mögen dadurch auf der Erde entstanden sein, wie sie, aus den Veränderungen der Sonnenflecken zu schliessen, noch jetzt auf der Sonne stattfinden.

DRITTER ABSCHNITT.

VON DEN FORMEN, UNTER DENEN DIE GESTEINE VORKOMMEN, ODER VON DEREN STRUCTUR.

Man unterscheidet hier innere und äussere Formen. Zu den erstern gehört zuvörderst

DIE ABSONDERUNG DER GESTEINE.

So nennt man nämlich die Zertheilung der Gesteinmassen durch innere Grenzen in mehr oder weniger regelmässige Gestalten. Diese innern Grenzen sind Klüfte oder freie Spalten, entstanden durch Zusammenziehung der dazwischen liegenden Massen.

Zuerst betrachten wir die

UNREGELMAESSIGE ABSONDERUNG ODER ZERKLUEFTUNG.

Bei dieser folgen die das Ganze zertheilenden Klüfte keinem bestimmten Gesetze, und es sondern sich daher keine regelmässigen, sondern Theile von ganz unbestimmter Form ab. Man findet die Zerklüftung häufig an Granit, Porphyr, körnigem Kalk, Quarzfels u. s. w. und hin und wieder zeigt sie Uebergänge zu der

REGELMAESSIGEN ABSONDERUNG,

bei welcher die Richtung der zertheilenden Klüfte bestimmten Gesetzen folgt, so dass dadurch lauter unter sich ähnliche Körper gebildet werden. Man unterscheidet folgende Arten der Absonderung.

1. Kugelförmige Absonderung. Diese erfolgt, wenn sie gleichmässig um lauter Centralpunkte stattfindet, so dass diese Punkte von den trennenden Klüften in ziemlich gleichen

Abständen eingeschlossen werden; sie ist meist mit concentrisch-schaliger verbunden. Die Kugeln sind zuweilen regelmässig, zuweilen platt gedrückt, oder länglich, oder auf andere Weise unregelmässig und durch die sogenannte knollige Absonderung geht die kugelförmige endlich in die unregelmässige über. Das Innere der Kugeln, ihr Kern, ist gewöhnlich dichter, fester oder krystallinischer als ihre äussere Rinde, welches theils eine Folge ihrer Entstehungsart, theils ein Resultat der von den Klüften aus stärker wirkenden Verwitterung ist. Die nothwendig entstehenden Räume zwischen den mit einzelnen Punkten gewöhnlich dicht aneinander liegenden Kugeln sind mit Gestein erfüllt, welches gewöhnlich nicht so krystallinisch ist als das in den Kugeln. Selten liegen dieselben von einander getrennt, in einer zerklüfteten Hauptmasse. Gewöhnlich sind die Kugeln 1—2 Fuss gross, jedoch auch grösser und kleiner. Fig. 1 sucht die kugelförmige Absonderung zu verdeutlichen, die man an Basalt und Diorit am häufigsten, selner an Granit, Porphyr und Kalkstein findet.

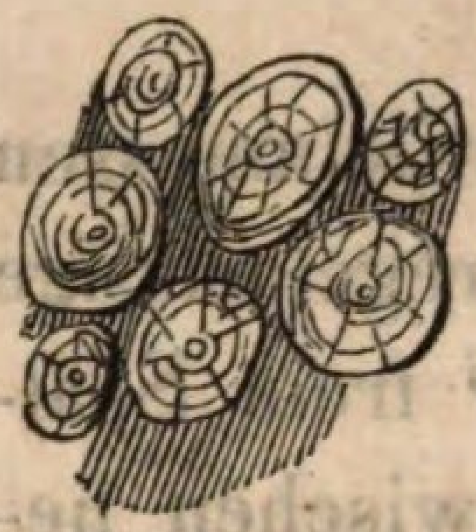


Fig. 1.

2. Bei der säulenförmigen Absonderung laufen die Absonderungsklüfte in ziemlich gleichen Abständen gewissen Linien parallel. Nur selten sind die Absonderungsstücke cylindrisch, wie z. B. am Trachyt des Stenzelberges bei Bonn; gewöhnlich sind sie prismatisch, mit mehr oder weniger ebenen und einander parallelen Flächen, wie Fig. 2 zeigt. Die Dicke der Säulen beträgt ½ bis 2 Fuss, zuweilen auch mehr oder weniger. Ihre Länge ist oft durch die sogenannte Gliederung unterbrochen, welche entweder ebene oder gebogene Endflächen mit ihren Axen aneinander stossender Säulenstücke bewirkt. Doch hat man an Basalten, wie z. B. bei Stolpen in Sachsen und bei Unkel am Rhein, zusammenhängende, also ungegliederte Säulen von 30 bis 80 Fuss Länge beobachtet. Die Zahl der Seitenflächen der Säulen ist unbestimmt, sie schwankt zwischen 3 und 9, am häufigsten findet man fünf- und sechsseitige Säulen. Ihre Form ist

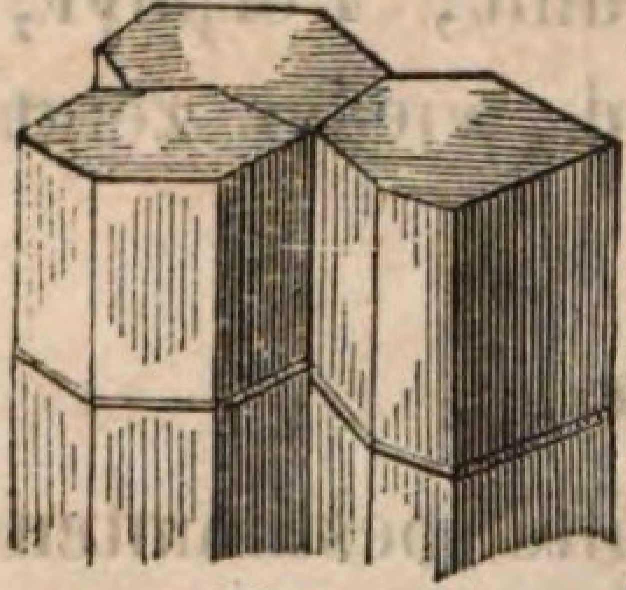


Fig. 2.

theils gerade, theils gebogen, ihre Stellung gegen einander parallel, radial, federförmig, flächenförmig oder unregelmässig. Gegen die Erdoberfläche stehen sie senkrecht, horizontal oder geneigt, am häufigsten rechtwinklich gegen die grössten Grenzflächen des Gesteins. Da die einzelnen Säulen stets dicht aneinander schliessen, so sind die unmittelbaren Nachbaren stets ziemlich parallel. Ihr Dickerwerden nach einer Seite hin macht jedoch verschiedene Richtungen möglich. Am häufigsten findet man die Säulenform am Basalt, seltner am Phonolith, Porphyr, Sandstein u. s. w.

An dichten Kalksteinen, Mergeln u. s. w. beobachtet man innerhalb der Schichtung zuweilen eine ähnliche, gewöhnlich vierseitige regelmässige Absonderung, die man auch prismatisch und wenn sie kleine Säulen zeigt, stänglich nennt, welches Letztere man am Basalt und auch an dem Thonschiefer findet, aus welchem Schieferstifte gemacht werden.

3. Bei der schaligen oder plattenförmigen Absonderung sind die Absonderungsklüfte sämmtlich unter sich parallel oder, was dasselbe ist, sie laufen gewissen, in der Mitte der abgesonderten Körper zu denkenden Flächen parallel. Diese Flächen können entweder gebogen oder eben sein. Der erstere Fall veranlasst die vorzugsweise schalig genannte Absonderung. Am häufigsten sind die Schalen um einzelne Mittelpunkte gebogen und bilden so concentrisch-schalige Absonderung, welche eine Combination der schaligen und der kugeligen Absonderung ist. Solche concentrisch-schalige Kugeln sind oft sehr gross. — Man findet die schalige Absonderung zunächst bei fast allen kugelförmigen Gesteinen, ausserdem aber auch bei gewissen säulenförmigen Porphyren und Phonolithen.

Sind die parallelen Flächen eben, so bilden sie die platten- oder tafelförmige Absonderung, zu der man gewissermassen auch die Schichtung zählen kann, die wir jedoch weiter unten besonders behandeln, da sie eine ganz andere Entstehungsweise hat, als die plattenförmige Absonderung, die man besonders am Granit, Syenit, Porphyr, Basalt, Gneis u. s. w. findet, Gebirgsarten, denen anerkannt keine Schichtung eigen ist, obgleich deren Absonderung früher

dafür genommen wurde. Fig. 3 giebt das Bild dieser Art der

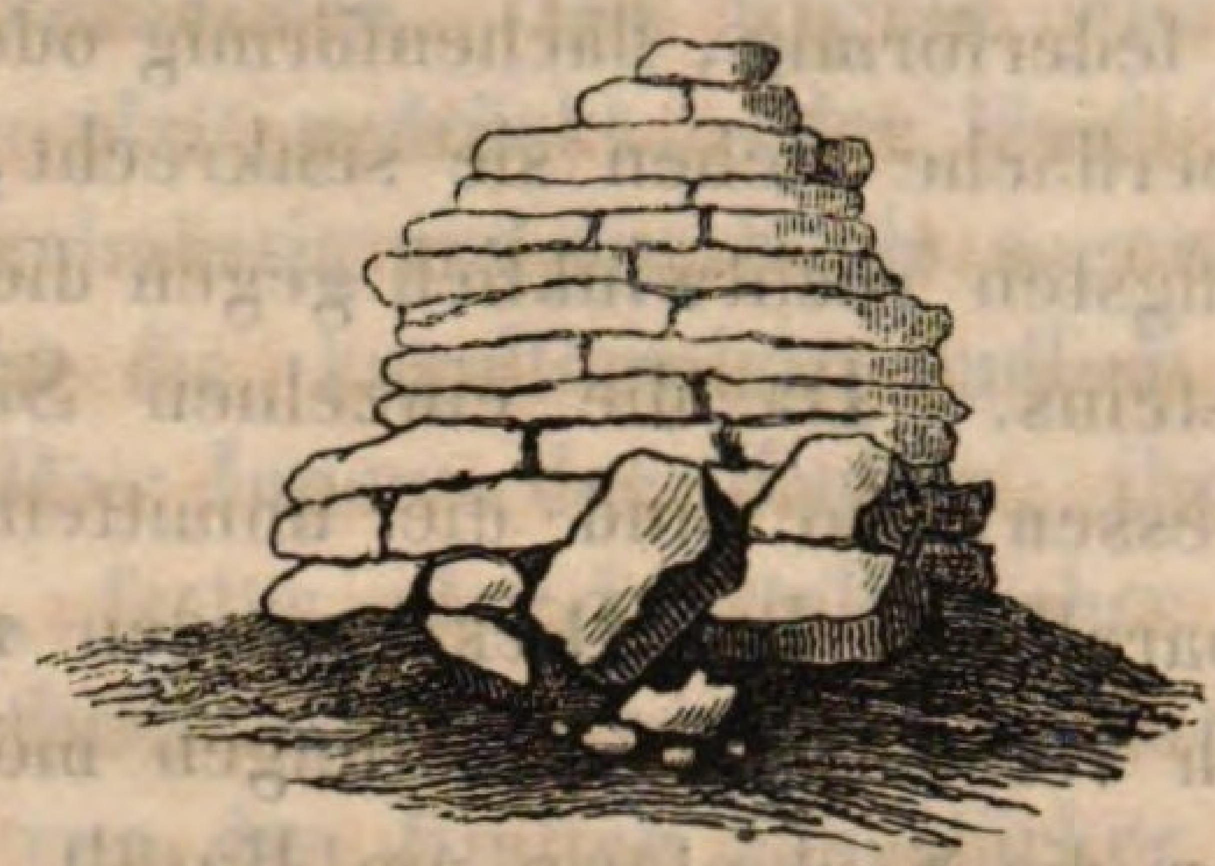


Fig. 3.

Absonderung, welche besonders einzelne Felsen der Granitgebirge so häufig zeigen.

Sind die Platten sehr regelmässig, im Verhältniss zu ihrer Grösse nicht sehr dick und auf den Seiten durch bestimmte Flächen begrenzt, so nennt man sie Tafeln. Diese tafelförmige Absonderung wird in der Regel durch eine Combination der Platten- mit der Säulenform bestimmt, und findet sich am meisten an säulenförmigen Gesteinen.

4. Bei der parallelepipedischen oder kubischen Absonderung durchschneiden sich die Absonderungsklüfte nach drei unter sich parallelen, d. h. den Flächen eines Parallelepipeds entsprechenden Richtungen. Die Winkel sind mehr oder weniger rechte. Eine der drei Kluftrichtungen ist häufig der Schieferstructur oder der Schichtung des Gesteins parallel, wie z. B. beim Kieselschiefer oder beim Sandstein, der Steinkohle u. s. w.

Es können einem Gesteine mehre der vorgenannten Absonderungen zugleich eigen sein, wie z. B. Zerklüftung und plattenförmige Absonderung, kugelige und säulenförmige Absonderung, säulenförmige mit krummschaliger u. s. w., denn es sind sehr viele Verbindungen dieser Art denkbar.

SCHICHTUNG

nennt man die Absonderung der Gesteine in unter sich ziemlich parallel liegenden Platten, sobald aus der Natur des Gesteins und der Absonderung hervorgeht, dass die einzelnen Platten, die Schichten, nach und nach über einander gebildet worden sind. Die Feststellung dieses Begriffes stützt sich somit zugleich auf eine Beurtheilung der Entstehungsart und hat, besonders für angehende Geologen, manche Schwierigkeiten.

Die Trennung der einzelnen Schichten kann durch blosse Klüfte, die Schichtungsklüfte, oder auch durch Verschiedenheit des Gesteins der über einander liegenden Schichten, bewirkt sein. So sind Conglomerat- oder Sandsteinschichten häufig durch thonige Zwischenlagen, Kalksteinschichten durch Mergel, Kohlenschichten durch Letten, Schieferthon und Sandstein getrennt und in diesen letztern Fällen ist kein Zweifel über die wahre Natur der Schichten möglich.

Oft sind Schichten, vorzüglich vom Sandstein, durch eine auffallende Streifung ausgezeichnet, die wiederum einer höchst feinen Schichtung zu entsprechen scheint, durch Korn und Färbung erkennbar, keineswegs aber immer der Schichtung im Grossen parallel ist, sondern häufig von der Hauptrichtung abweicht, gebogen, auch unter sich nicht constant, sondern vielfach aneinander abstossend ist. — Man hat diese der Schieferung entsprechende Streifung vieler Sandsteine durch Wellenschlag zu erklären gesucht, welcher in dieser Weise feine Sandlagen anhäuft.

Bezeichnungen an den Schichten. — Die rechtwinkliche Entfernung von einer breiten Begrenzungsfläche oder einer Seite einer Schicht zur andern, die Linie *mm*, Fig. 4, heisst die Dicke oder Mächtigkeit derselben; sie beträgt ¼ bis 20 oder 30 Fuss. Die Ausdehnung nach den andern Richtungen ist gewöhnlich sehr gross, oft unbestimmbar. Wenn die schmalen Enden der Schichten irgendwo die Gebirgsoberfläche berühren, zu Tage ausgehen, oder ausstreichen, so nennt man das ihre Ausgehenden, ihr Ausstreichen (*a a*, Fig. 4), oder, wenn die Schichten

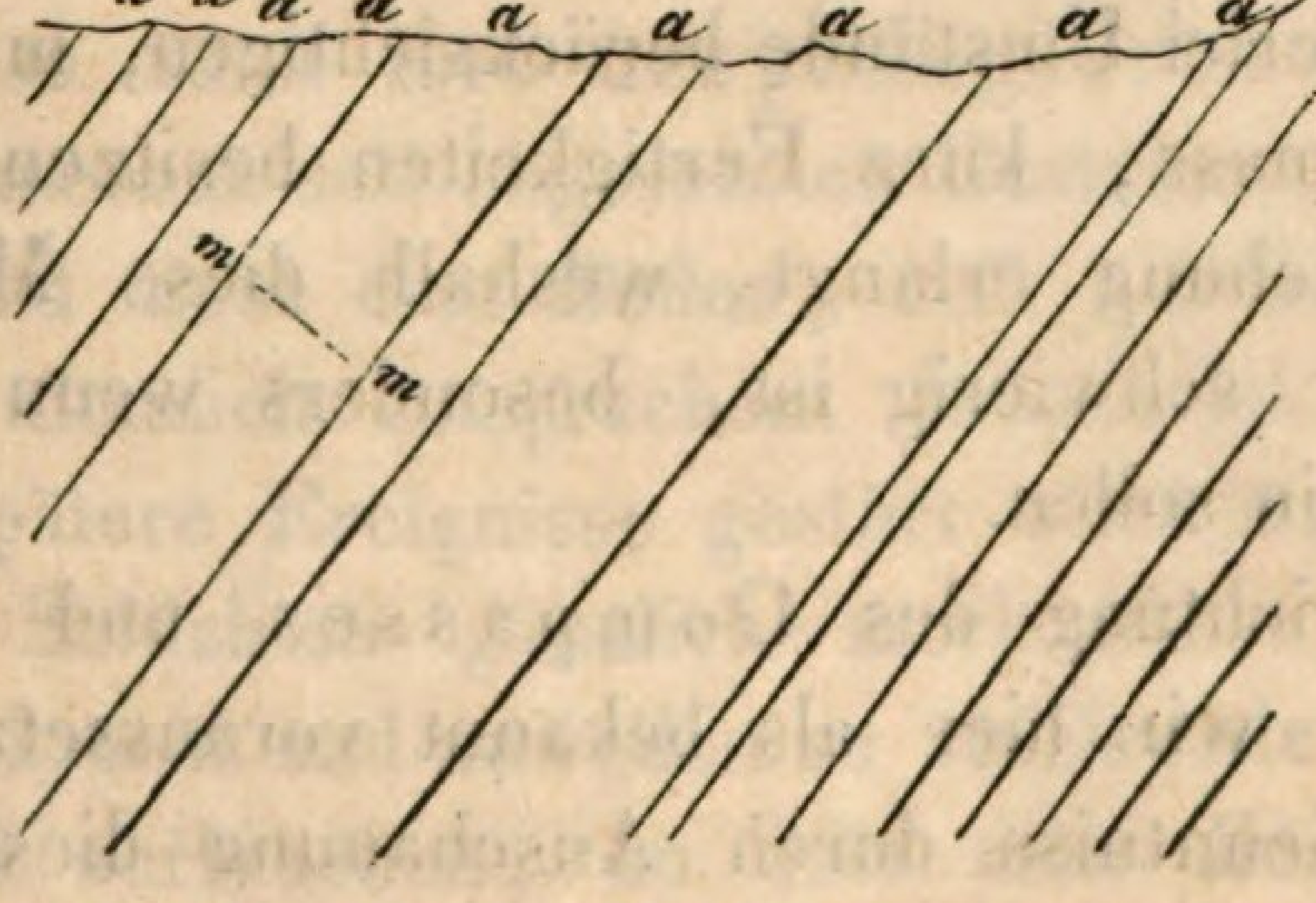


Fig. 4.

sehr aufgerichtet sind oder mit ihren breiten Seiten beinahe senkrecht stehen, Schichtenköpfe.

Stellung der Schichten. Die Schichten liegen horizontal oder söhlig, geneigt oder flach, oder sie stehen senkrecht. Im letztern Falle sagt man gewöhnlich: sie stehen auf dem Kopfe, im zweiten spricht man oft von aufgerichteter Schichtung. Die Lage der Schichten bestimmt man mit Hülfe von Compass und Gradbogen, nach der Richtung zweier auf ihren Seitenflächen zu denkender Linien. Eine auf der Seitenfläche einer Schicht gezogene oder gedachte, horizontale Linie bestimmt das Streichen und eine andere, welche diese rechtwinklich schneidet, das Fallen der Schicht. Bei senkrechter Schichtung steht auch die Falllinie senkrecht und es kann hier daher nicht angenommen werden, nach welcher Himmelsgegend sie sich neigt, was bei geneigter Schichtung verlangt wird. Bei ganz söhliger Schichtung liegt natürlich die Falllinie wie die Streichlinie horizontal und es findet keine Unterscheidung mehr statt.

Bei schiefrigen Gesteinen ist in der Regel die Schichtung der Schieferung parallel und man kann dann die Richtung des Streichens und Fallens durch die der Schieferung bestimmen. Jedoch kommen Fälle vor, in denen die Schieferung von der Schichtung durchschnitten wird, wie wir weiter unten bei Beschreibung des Thonschiefers näher sehen werden. Ueberhaupt muss man sich sehr hüten, nicht irgend eine andere Kluft für eine Schichtungskluft zu halten, oder das Fallen und Streichen an Punkten zu bestimmen, an denen die Lage der Schichten durch irgend einen ganz örtlichen Zufall sehr verändert ist. Man muss bei Abnahme des Streichens und Fallens mancherlei Umstände berücksichtigen, man muss Ueberblick, Augenmass, kurz Fertigkeiten besitzen, die man erst durch viele Uebung erlangt, weshalb diese Manipulation für Anfänger sehr schwierig ist, besonders wenn ihre Resultate zuverlässig sein sollen.

Die Einrichtung des Compasses und des Gradbogens müssen wir hier als bekannt voraussetzen, oder man kann diese Kenntniss durch Anschauung dieser Instrumente bei weitem leichter erlangen, als durch Beschreibung und Ab-

bildung, die obendrein sehr complicirt sein müssen, wenn sie deutlich sein sollen.

Jedoch führen wir hier einige von den bei der Manipulation zu befolgenden Hauptregeln an:

1. Man bestimmt das Streichen, indem man die Nordlinie des Compasses der Streichungslinie parallel hält und nun die Stunde oder den Grad abliest, auf welchen die Nadel einspielt. Die Richtung des Fallens und der Grad der Neigung müssen noch besonders notirt werden.

2. Einfacher ist es in vielen Fällen, sogleich das Fallen zu bestimmen, indem man die Nordlinie des Instruments der Falllinie parallel hält, und diese Richtung noch näher durch Angabe der Himmelsgegend bezeichnet, nach welcher die Neigung stattfindet. Das Streichen kann man dann stets durch Addition oder Subtraction von 6 Stunden oder 90° berechnen.

3. Den Grad des Fallens bestimmt man, indem man den Durchmesser des Gradbogens der Falllinie parallel hält und nun die Einspielung des Pendels oder des Loths beobachtet.

4. Der gewöhnliche bergmännische Compass ist in zweimal 12 Stunden eingetheilt, von denen jede 15 Graden entspricht und von denen jede in 8 Achtel getheilt ist.

5. Um das allgemeine Streichen und Fallen einer Gebirgsart zu bestimmen, muss man stets aus den Resultaten mehrer, in gewissen Abständen angestellter Beobachtungen das arithmetische Mittel ziehen, und bei keiner Beobachtung darf man sich durch specielle Windungen der Schichtungen irre leiten lassen.

Da die Schichten Resultate successiver Aufeinanderlagerungen sind, so kann ihre ursprüngliche Lage, wenigstens bei den mechanisch abgesetzten Gesteinen, nie sehr stark geneigt sein und muss dem Boden, auf welchem dieser Absatz erfolgte, ziemlich entsprechen. Jedoch ist dieser Zustand häufig durch spätere Ereignisse gestört worden, und wir finden wirklich Schichten gänzlich mechanischer Gebilde zuweilen fast senkrecht und zuweilen so ausserordentlich gebogen, gewunden und zerbrochen, so dass man diese Verhältnisse durchaus für secundäre, erst nach der Ablagerung eingetre-

tene halten muss. — Diese Störungen der regelmässigen Lage finden sowohl im Kleinen, als auch ganz im Grossen statt. Ein Bild von solch einem Verhalten der einfachern Art zeigt Fig. 5.

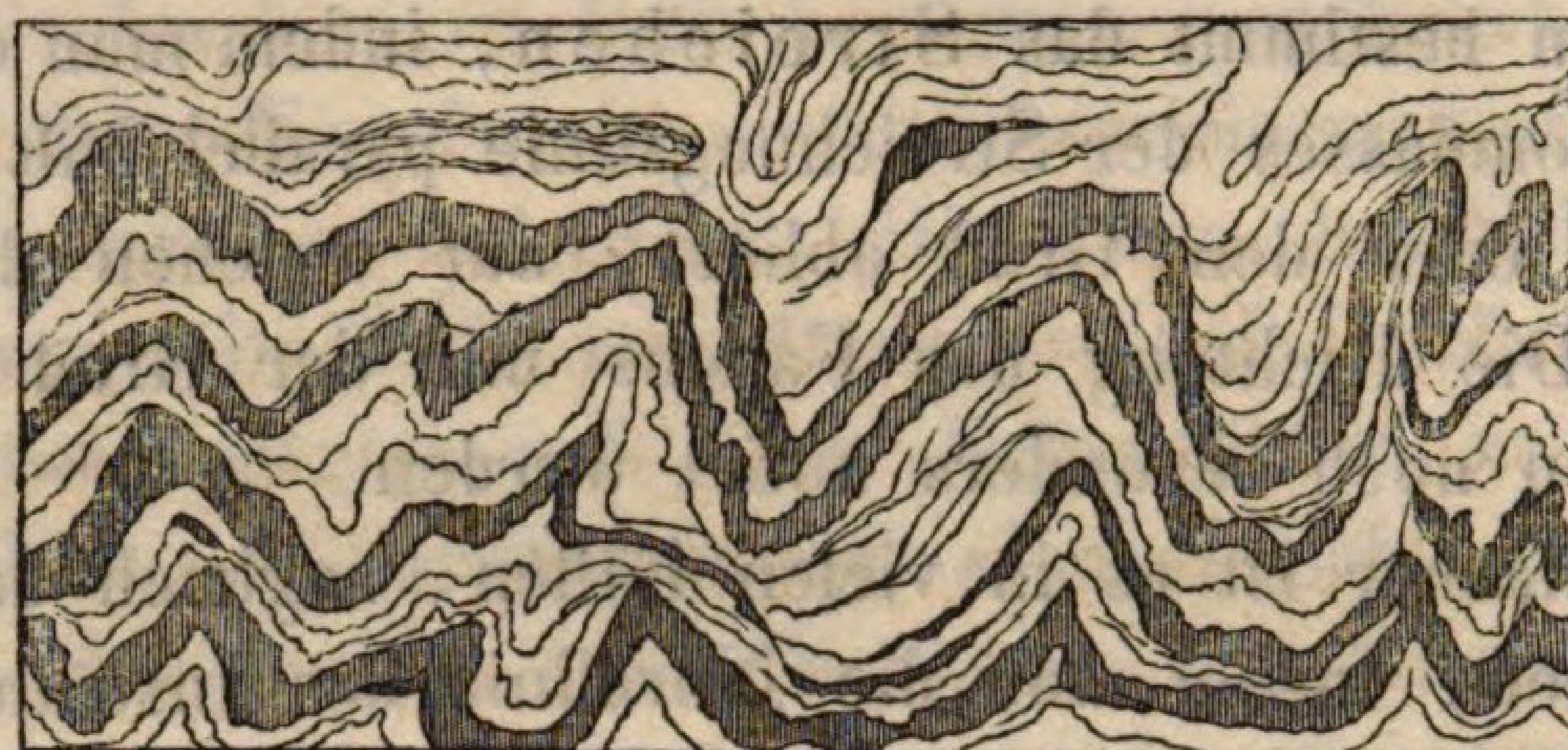


Fig. 5.

Nachdem wir nun die inneren Formen kennen gelernt haben, wenden wir uns zu den

AEUSSERN FORMEN DER GESTEINE.

Diese oder die Gestalten der Gesteinskörper zerfallen in die der geschichteten, der massigen und der Ganggesteine.

1. Geschichtete Gesteine oder Schichtensysteme. Wenn viele sehr lange und breite Schichten parallel übereinander liegen, so folgt daraus ein im Allgemeinen plattenförmiges System derselben, dessen Mächtigkeit mehre Hundert Fuss und dessen Breite und Länge viele Meilen betragen kann, wenn auch ihr unmittelbarer Zusammenhang vielfältig unterbrochen und ihre ursprüngliche Dicke nicht überall gleich ist. Die Unterbrechung des Zusammenhanges kann entweder von vorn herein stattfinden oder, und dies ist der häufigere Fall, durch spätere Einwirkungen gestört worden sein, wie z. B. durch Thalbildung, in welchem Falle man, wie Fig. 6 zeigt, die Fortsetzung des durch ein Thal getrennten Schichtensystems an seinen beiden Einhängen wiederfinden wird.

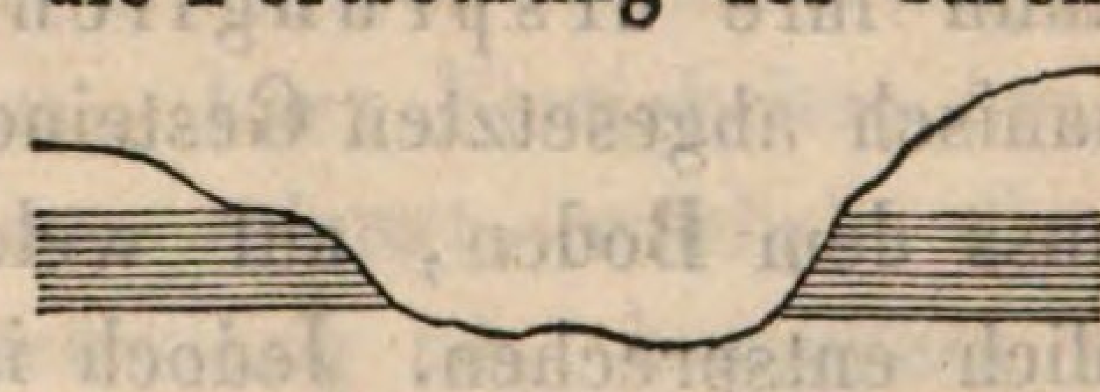


Fig. 6.

Die ursprünglichen Seiten-Begrenzungen der Schichtensysteme unterscheiden sich von den secundären dadurch, dass

bei ihnen der Gesteinskörper allmälig dünner wird und endlich verschwindet, sich auskeilt, weshalb man eigentlich alle in ihrer ersten Continuität erhaltenen Schichtensysteme mit sehr breit gedrückten linsenförmigen Körpern vergleichen könnte.

Plattenförmige Gesteinsmassen von geringer Dicke nennt man oft Lager oder lagerförmig, besonders dann, wenn sie parallel zwischen andern geschichteten Gesteinen, d. h. als untergeordnet in Schichtensystemen, inneliegen und sie hinsichtlich ihres Mineralbestandes von irgend einer besondern Wichtigkeit sind, wie z. B. Steinkohlen-, Eisenstein-, Kupferschieferlager. Die räumlichen Verhältnisse der Lager sind dieselben wie die der Schichten; jedoch können Lager aus mehren Schichten bestehen.

Dichter Kalkstein, Dolomit, Steinkohlen und fast sämmtliche mechanisch gemengte Gesteine bilden in der Regel Schichtensysteme. Auch Thonschiefer, Glimmerschiefer und Gneis nähern sich gewöhnlich diesen Formen.

2. Massengesteine sind solche, deren Ausdehnung eine regellose ist. Ganze Berggruppen oder einzelne Berge bestehen zuweilen vorherrschend aus einerlei Gestein, dessen Begrenzungsflächen sich durchaus auf keinerlei regelmässige Gestalt zurückführen lassen. Gewöhnlich setzen sie steil in die Tiefe nieder, ohne jedoch immer eine gleiche Richtung beizubehalten. Sind diese zusammenhängenden Gesteinsmassen nicht sehr ausgedehnt, bilden sie vielmehr nur mässig grosse und deshalb übersehbare, unregelmässige Körper, so nennt man sie Stöcke und zwar stehende oder liegende Stöcke, je nachdem die vertikale oder die horizontale Richtung vorherrscht. — Zuweilen nähern sich die Stöcke, namentlich die stehenden, einer gewissen regelmässigen Form, der Gestalt aufrechtstehender Cylinder, die nach oben zu gewöhnlich in eine kegelförmige Kuppe endigen, nach unten zu aber in ungemessene Tiefe fortsetzen. Es scheint diese Gestalt vielen Basalten eigen zu sein, bei einigen Massen dieser Art ist sie deutlich beobachtet. — Hin und wieder erscheint die Oberfläche der Massen oder Stöcke ziemlich ellipsenförmig, und durch noch mehres Vorherrschen zweier Richtungen geht die Massenform in die Gangform über.

Zuweilen entspricht die äussere Form der Gesteinskörper der von grossen Bruchstücken oder Schollen, welche ringsum von andern Gebirgsarten umschlossen sind, gleichsam darin schwimmen. Wir werden beim Granit, Porphyr, Gneis und Glimmerschiefer Massen dieser Art kennen zu lernen Gelegenheit haben.

3. Gänge oder Ganggesteine sind plattenförmige Gesteinskörper, welche die Schichten, Lager oder Massen anderer Gesteine scharf durchschneiden oder durchsetzen. Man wird dies besser begreifen, wenn wir hinzusetzen, dass die Gänge durch Ausfüllung von mehr oder minder weiten Spalten entstanden sind. Es kann daher ein Gang sogar lagerförmig sein, wenn er durch Ausfüllung einer der Schichtung parallelen Spalte entstanden ist. Kleine, unregelmässige Gänge nennt man oft Adern.

Die Ausdehnung der Gänge ist sehr verschieden; man beobachtet dergleichen viele Meilen lang und Hunderte von Fussen mächtig in gerader Richtung, oder mit Biegungen fortsetzend, überall fast gleich mächtig, oder stellenweise sehr zusammengedrückt. Andere sind keinen Zoll dick und erreichen dann auch nur eine geringe Längenausdehnung. Wenn Gänge sich spalten oder verzweigen, so nennt man die kleinern Theile Ausläufer. Gangförmige Ausläufer finden sich auch oft an den Grenzen massiger Gesteine, seltener an den Lagern.

Die beiden grössten, ziemlich parallelen, den Gang einschliessenden Grenzflächen nennt man seine Seitenflächen oder Saalbänder. Steht der Gang (siehe Fig. 7) nicht vollkom-

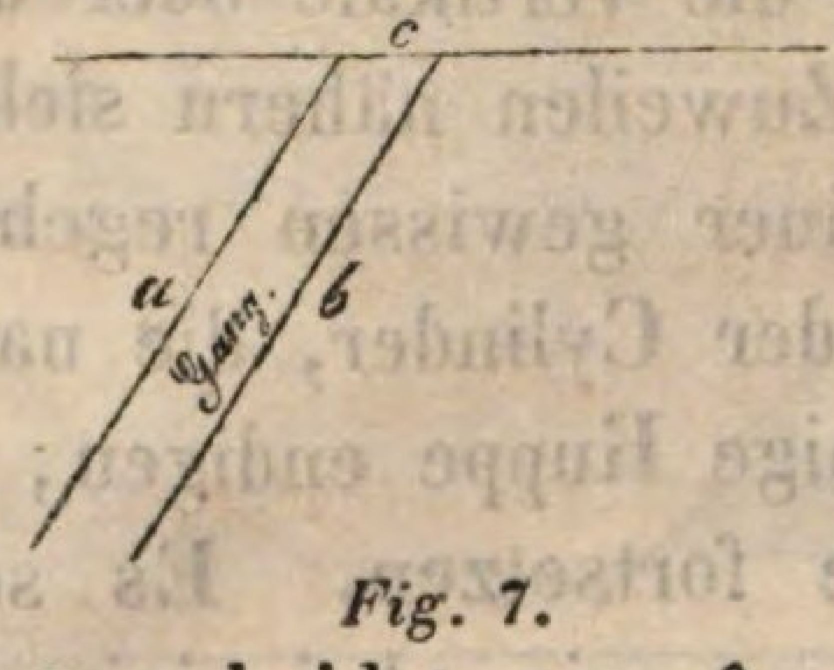


Fig. 7.

men senkrecht, so unterscheidet man ferner Hangendes und Liegendes desselben und zwar so, dass man die Gebirgshälfte (a), über ihm, sein Hangendes; die unter ihm (b), sein Liegendes nennt. Beide zusammen bilden das Nebengestein.

Mächtigkeit, Streichen und Fallen werden bei den Gängen auf dieselbe Weise bestimmt, als bei den Schichten, indem man sich den Gang als eine Schicht denken kann. Das Ausgehende ist auch hier die an die Gebirgsoberfläche hervortretende schmale Seite (c) der Gesteinplatte. Ist die Ausfüllungsmasse der Gänge viel fester als die des Nebengesteins, so bildet das Ausgehende oft lange Felsrücken oder mauerähnliche Hervorragungen, sogen. Teufelsmauern, in England Dykes oder Dämme, Mauern genannt, die dort aus Trappmassen bestehen und im nördlichen England häufig sind. Die durch ein allmäliges Schwächerwerden erfolgende Beendigung der Gänge nach den Seiten hin ist selten, die nach der Tiefe oder Teufe, wie der Bergmann sagt, noch seltner zu beobachten.

Nach der Art der Ausfüllung unterscheidet man gewöhnlich Gesteins- und Erzgänge; erstere bestehen aus irgend einem massigen Gestein, wie Granit, Porphyr, Diorit, Basalt u. s. w. und erreichen oft eine ausserordentliche Mächtigkeit. Letztere enthalten vorzugsweise einige ungleich vertheilte und gemengte, zuweilen in schichtenähnlichen Lagen abwechselnde metallische und nicht metallische Mineralien, namentlich Bleiganz, Schwefelkies, Kupferkies, Blende, Gold-, Silber-, Kupfer- und Eisenerze, ferner Kalkspath, Braunspath, Schwerspath, Flussspath, Quarz u. m. a. Manche dieser Gänge sind aber auch taub, d. h. nur mit nicht metallischen Mineralien gefüllt und heissen dann Mineralgänge.

Wir wenden uns nun noch am Schlusse dieses Abschnittes zu der Betrachtung der besondern Formen einiger Gesteine. — Stalaktiten und Incrustationen sind namentlich in den Kalkhöhlen und bei Mineralquellen häufig. Man kann jedoch nicht füglich von ihrer Beschaffenheit reden, ohne ihre Entstehung zu berühren, die theilweise vor unsern Augen erfolgt. Wenn nämlich Wasser gewisse Mineralsubstanzen, namentlich kohlensaure Kalkerde, aufgelöst enthält und, der Verdunstung ausgesetzt, diese zurücklässt, so entstehen dadurch mehr oder weniger krystallinische Steinüberzüge oder Incrustationen der vorhandenen Oberfläche. Fällt dabei das mineralhaltige Wasser von überhängenden Theilen, z. B.

von der Decke einer Höhle, tropfenweise herab, so bildet es die sogenannten Tropfsteine oder Stalaktiten, die etwa den Eiszapfen entsprechen. Die Tropfsteinbildung erfolgt sowohl in grossen Höhlen, als auch in kleinen Blasenräumen und nicht allein von kalkerdehaltigem Wasser, sondern auch von andern Solutionen, indem man in manchen Blasenräumen auch Stalaktiten von Chalzedon, Spatheisenstein u. s. w. findet.

Incrustationen finden sich häufig neben dem Ausfluss von Mineralquellen. Sie bestehen z. B. beim Carlsbader Sprudel als sogen. Sprudel- oder Erbsenstein, der aus Arragonit besteht; beim Geiser auf Island aus Kieselsinter, bei vielen kalten Quellen aus Kalksinter oder Eisenoxyd.

Dendriten werden nicht sowohl von Gesteinen, als von einzelnen Mineralien an und in Gesteinen gebildet, besonders von Eisen- und Manganoxyd, welche auf Klüften oder im Innern der Gesteinmasse baumförmige Zeichnungen darstellen, die man leicht mit Pflanzenabdrücken verwechseln kann.

Auch die Höhlen und Blasenräume in den Gesteinen, welche oft bedeutende Ausdehnung erreichen, gehören zu den besondern, aber negativen Gestalten, da sie nicht Gestein umschliessend, sondern von Gestein umschlossen sind. Man findet die ersten am häufigsten im Dolomit, Gyps und Kalkstein, die letztern in Laven und Basaltgebilden. Von besonderm Interesse sind gewisse, oft knochenhaltige Ablagerungen in den Höhlen, welche ganz oder theilweise dieselben erfüllen und folglich ihre Form angenommen haben, so wie die Ganggesteine in den Gangspalten.

VIERTER ABSCHNITT.

VON DER LAGERUNG DER GESTEINE.

Das räumliche Verhalten der einzelnen Gesteinskörper zu einander und zum Erdganzen nennt man ihre **Lagerung**, die zuvörderst bei geschichteten, massigen und gangartigen Gesteinen wesentlich verschieden ist.

1. **Lagerung geschichteter Gesteine.** — Die einzelnen Schichten eines Gesteins und eben so die grossen plattenförmigen Schichtensysteme liegen am häufigsten parallel über einander und man nennt in diesem Falle die Lagerung **gleichförmig**. So sind die Schichten *aa* und *bb*, Fig. 8,

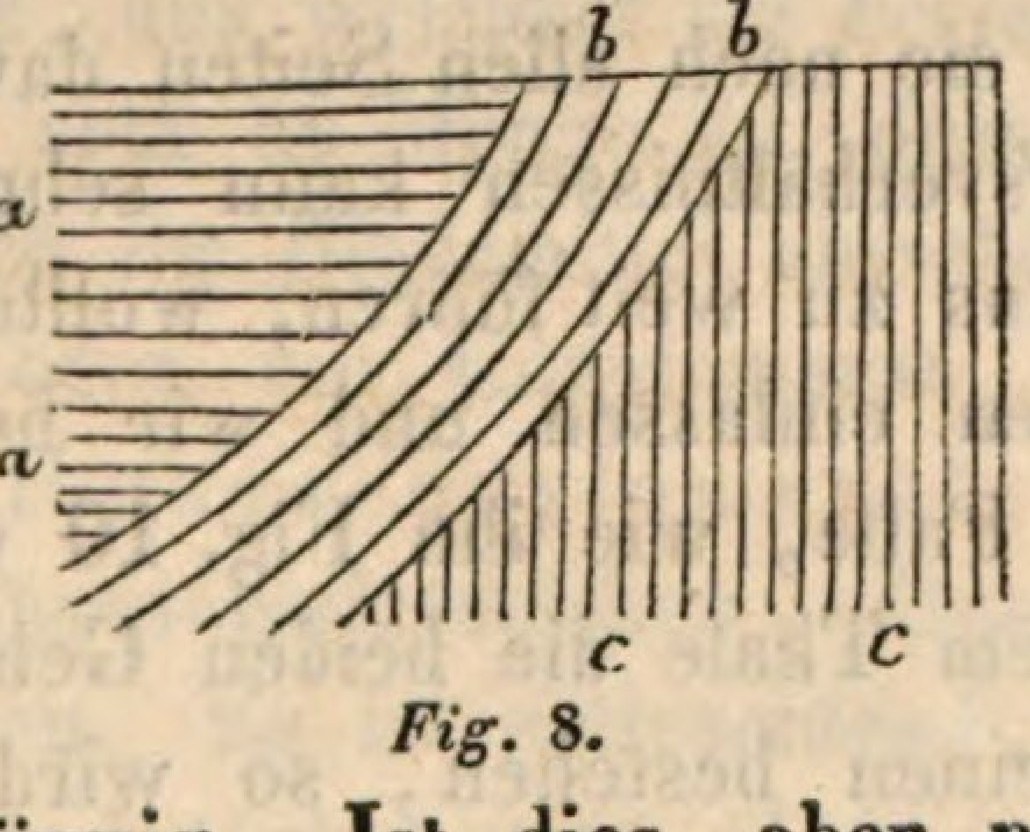


Fig. 8.

zu einander gleichförmig. Ist dies aber nicht der Fall, so ist sie im Allgemeinen **ungleichförmig** oder **abweichend**, wie z. B. die Schichten *aa* zu denen *bb*, oder diese letzteren zn denen *cc*. Oder sie ist im Besondern **übergreifend**, wenn das Ausgehende der untern Schichten von den breiten Seiten der obern überdeckt wird, wie z. B. *cc* von *bb*, oder von *aa*, wenn wir uns *bb* entfernt denken.

Unter sich gleichförmig gelagerte Schichten liegen entweder horizontal oder söhlig, wie *aa*, Fig. 8, oder geneigt

(schwebend), wie *bb*, oder sie stehen senkrecht, auf dem Kopfe, wie *cc*. Ein und dasselbe Schichtensystem kann aber auch abwechselnd alle drei Lagen zeigen, welche durch Biegungen in einander übergehen. Sind die Schichten so gebogen, dass man daraus folgern kann, sie füllen eine beckenförmige Vertiefung ihrer Unterlagen aus, so nennt man das Ganze eine becken- oder muldenförmige Einlagerung, von der z. B. die Schichten *bb*, Fig. 8, eine Hälfte zeigen. Bilden sie dagegen eine einzelne oder mehre hinter einander liegende wellenförmige Biegungen, so unterscheidet man an ihnen: Mulden (*a*, Fig. 9) und Sättel (*b*).

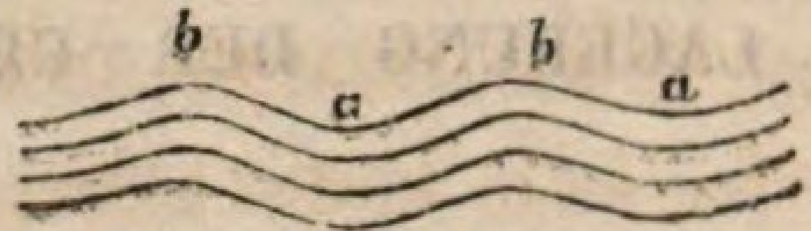


Fig. 9.

Mantelförmige Umlagerung endlich nennt man es, wenn unter sich parallele Schichten, *b*, Fig. 10, eine unter

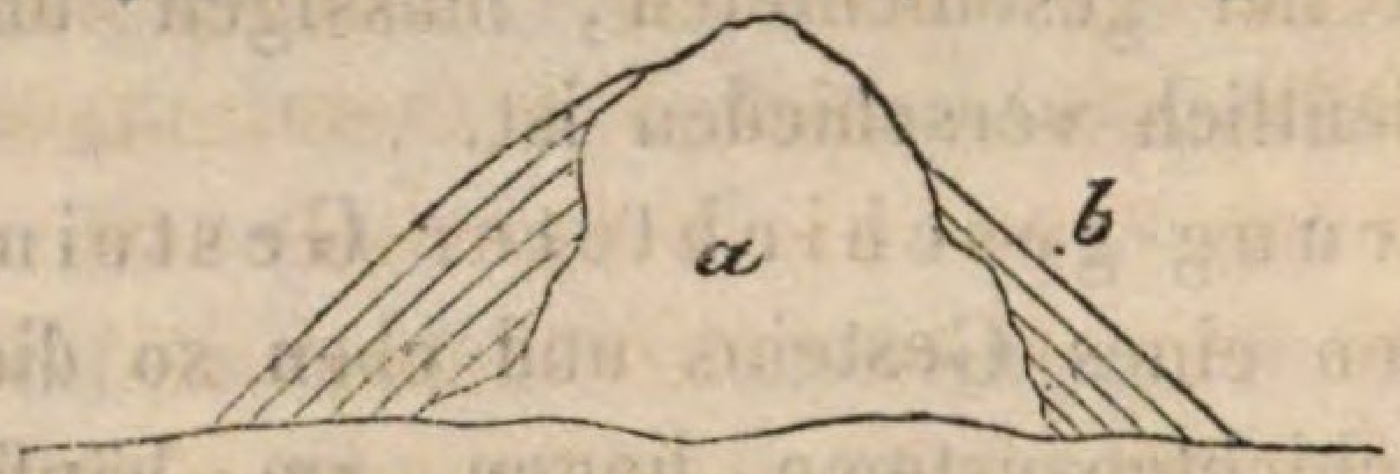


Fig. 10.

ihnen liegende Gesteinserhebung *a*, die meistentheils massigen Gesteinen, wie Granit, Porphyr, Diorit oder Basalt angehört, so umgeben, dass sie nach allen Seiten davon abfallen. Diese Art von Lagerungsverhältnissen kann sehr verschieden sein, jedoch würde es uns zu weit führen, wollten wir uns in mehre dieser Modificationen einlassen und wir begnügen uns daher mit dem einfachen Falle, wie ihn Fig. 10 verdeutlicht.

Wenn in einem Thale die beiden Gehänge aus zweierlei geschichteten Gesteinen bestehen, so wird man oft aus der Richtung der Schichten schliessen können, welches von beiden über dem andern liegt, auch wenn ihre unmittelbare Grenze bedeckt ist, wie z. B. Fig. 11 zeigt. — Dieser Fall möge



Fig. 11.

als Beispiel angesehen werden, wie man aus der Richtung der Schichten auf die nicht unmittelbar aufgeschlossene Lage-

rung zu folgern vermag. Aehnliche Fälle kommen in der Natur in unzähligen Modificationen vor.

2. Lagerung der massigen oder unregelmässigen Gesteinskörper. — Nicht allein die Form, sondern auch die Lagerung dieser Gesteine ist unregelmässig. Im Allgemeinen sind sie neben-, über- oder ineinander gelagert. Ersteres ist am häufigsten der Fall und die Grenzen nähern sich dann der senkrechten Richtung. Eigentliche Ueberlagerung kommt dagegen bei massigen Gesteinen nur selten vor. Eine ziemlich gewöhnliche Erscheinung ist aber die stockförmige Ein- und die bruchstückförmige Ineinanderlagerung, indem grosse Massen des einen Gesteins von einem andern zum Theil oder gänzlich umschlossen sind, wie z. B. Granit von Gneis, Glimmerschiefer von Granit, Porphyr u. s. w. Sind die rings umschlossenen Körper scharf begrenzt, so hat man sie als grosse Bruchstücke anzusehen, welche auf irgend eine Weise aus ihrem ursprünglichen Zusammenhang gerissen und in ihre jetzige Lage versetzt sind. Dass es so und nicht anders sein kann, liegt oft so klar vor Augen, dass eine solche Erklärungsweise kaum zu verkennen ist; dann nämlich, wenn die Bruchstücke bis zu geringen Grössen herab, und vorzugsweise an den Grenzen desjenigen Gesteins sich finden, aus welchem sie bestehen. Nehmen sie in diesem Falle so sehr an Menge zu, dass die umschliessende Steinmasse nur noch ihr Bindemittel abgiebt, so entsteht daraus eine Breccie oder ein Conglomerat, eine Reibungsbreccie, ein Reibungsconglomerat, z. B. Porphyr als Bindemittel von Thonschieferstücken, Basalt als Bindemittel von Sandsteinstücken. Es ist einleuchtend, dass das Vorhandensein solcher Bruchstücke stets über das Altersverhältniss der beiden Gesteine entscheidet, denn eingeschlossene Bruchstücke müssen älter, oder seit länger fest, als die umschliessende Masse sein, oft aber deuten sie sogar den Weg an, welchen die letztere zurückgelegt hat, ehe sie in festen Zustand überging. Man findet z. B. in hochliegenden Basaltkuppen solche Gesteine, die in der ganzen Umgegend nicht an der Gebirgsoberfläche, sondern erst in gewisser Tiefe, unter andern Gesteinen zu finden sind. — Seltner gehen die eingelagerten

Gesteine vollständig in das sie umgebende Gestein über und sind dann vielleicht als gleichzeitige Gebilde, als Ausscheidungen anzusehen.

3. Die Lagerungsverhältnisse der Gänge sind die verwickeltesten, zugleich aber auch in mancher Beziehung die lehrreichsten. Zuvörderst betrachten wir das Verhalten der Gänge gegen den Erdkörper. Alle Gänge haben häufiger eine senkrechte als eine wenig geneigte und horizontale Lage, welches eine natürliche Folge des Umstandes ist, dass Zerspaltungen der Erdoberfläche meist nach ihrem Mittelpunkte gerichtet sind. Das Streichen und das Fallen der Gänge ist sehr verschieden und die Bergleute bringen dieselben in gewisse Abtheilungen, denen sie verschiedene Namen ertheilt haben. Häufiger sind die Gänge gerade als stark gebogen und oft findet man viele in einer Gegend unter einander fast parallel.

Verhalten gegen das Nebengestein. Da Gänge anerkannt Ausfüllungen von Spalten sind, so müssen sie auch stets jünger als das Nebengestein sein, welches sie durchsetzen. Bei der Entstehung von Gangspalten müssen oft Bewegungen des Nebengesteins erfolgt sein, deren Resultate wir jetzt sehr deutlich als Verschiebungen oder Verwerfungen wahrnehmen. Am schönsten lassen sich diese bei geschichteten Gesteinen beobachten, welche wir deshalb als Beispiel anwenden.

Wenn bei Aufreissung der Gangspalte *a*, Fig. 12, die

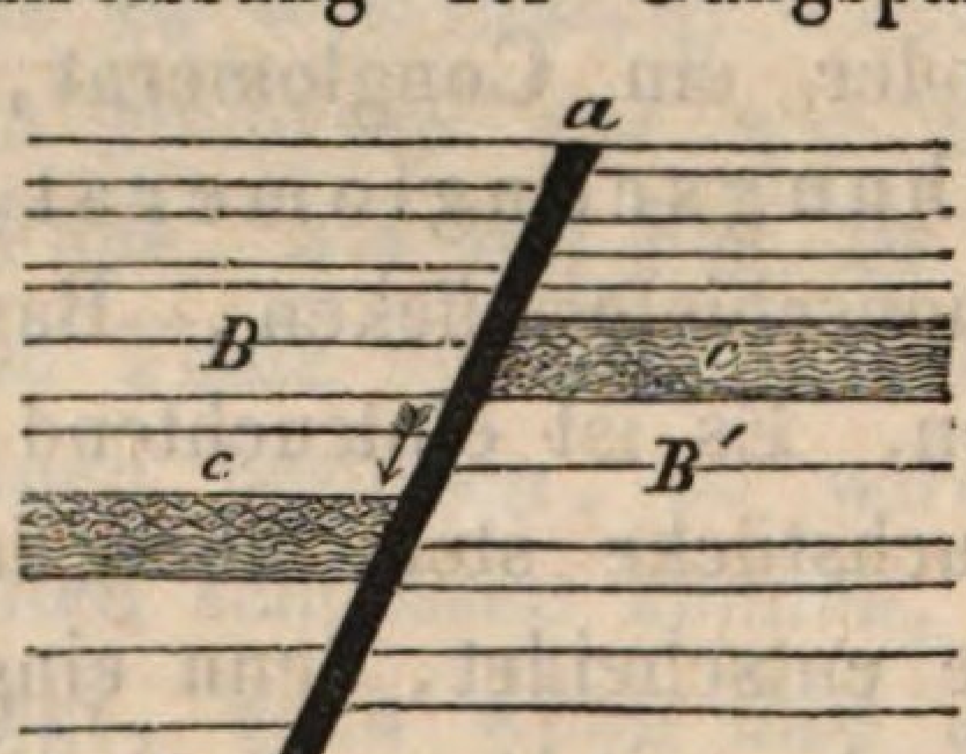


Fig. 12.

eine Seite des Nebengesteins *B* oder *B′* nach der Richtung des darin befindlichen Pfeiles bewegt worden ist, während die andere ruhig bleibt, so erfolgt daraus die in der Figur angedeutete Verwerfung aller Schichten, deren Grösse sich am sichersten durch eine besondere Schicht, wie *c*, bestimmen

lässt, weil man bei ihr am wenigsten in Zweifel über die Identität sein kann. Stellt diese Zeichnung nicht den Grundriss, sondern den Querschnitt eines solchen Verhältnisses dar, so muss man annehmen, entweder das Hangende des Ganges (*B*) habe sich gesenkt, oder das Liegende (*B'*) sei in die Höhe gehoben worden. Der entgegengesetzte Fall kommt nur sehr selten vor. Die Grösse der Verwerfung ist sehr verschieden und steigt in seltenen Fällen bis zu mehren Hundert Fuss.

Ein anderes Resultat der Bewegung, vermittelt durch vorhergegangene Spaltung, sind die sogen. Reibungs-, Spiegel- oder Rutschflächen oder Harnische, von der Natur streifig geschliffene oder polirte Gesteinflächen. Sie scheinen nicht immer durch Reibung beider Gebirgshälften des Nebengesteins aneinander, sondern zuweilen auch durch Reibung des Ganggesteins an seinen Saalbändern bewirkt worden zu sein. — Die Verwerfungen wie die Reibungsflächen können eben sowohl durch blosse Klüfte, d. h. unausgefüllte Gangspalten, als durch wirkliche Gänge bewirkt werden.

Häufig kommt der Fall vor, dass ein Gang durch mehre Gesteine fortsetzt; wird er aber durch ein solches plötzlich abgeschnitten, so hat man die abschneidende Gebirgsart für jünger, d. h. später an ihre jetzige Stelle gekommen, als den Gang anzusehen.

Zuweilen sind Gänge Ausläufer von grössern Massen, so z. B. Granitgänge und Adern in der eine Masse dieses Gesteins bedeckenden Grauwacke. Wir werden bei der Beschreibung der älteren geschichteten und der massigen Gesteine mehre Beispiele dieser Art kennen lernen.

Verhalten der Gänge unter sich. — Setzen viele unter sich ähnliche Gänge in ziemlich paralleler Richtung neben einander fort und sind sie häufig durch gegenseitige Verzweigungen mit einander verbunden, so nennt man das ganze System dieser Gänge einen Gangzug, wie die Gegend von Clausthal bis Grund auf dem Harze einen solchen zeigt. Sind dagegen viele ähnliche Gänge ohne parallele Richtung zu einem grossen körperlichen Netzwerk verbunden, so nennt man das

Ganze ein Stockwerk, wovon Zinnwald im Erzgebirge ein berühmtes Beispiel enthält.

Gänge durchkreuzen, durchsetzen und verwerfen sich gegenseitig, in welchem Falle man stets den durchsetzenden Gang *b*, Fig. 13, oder den verwerfenden *b'*, für

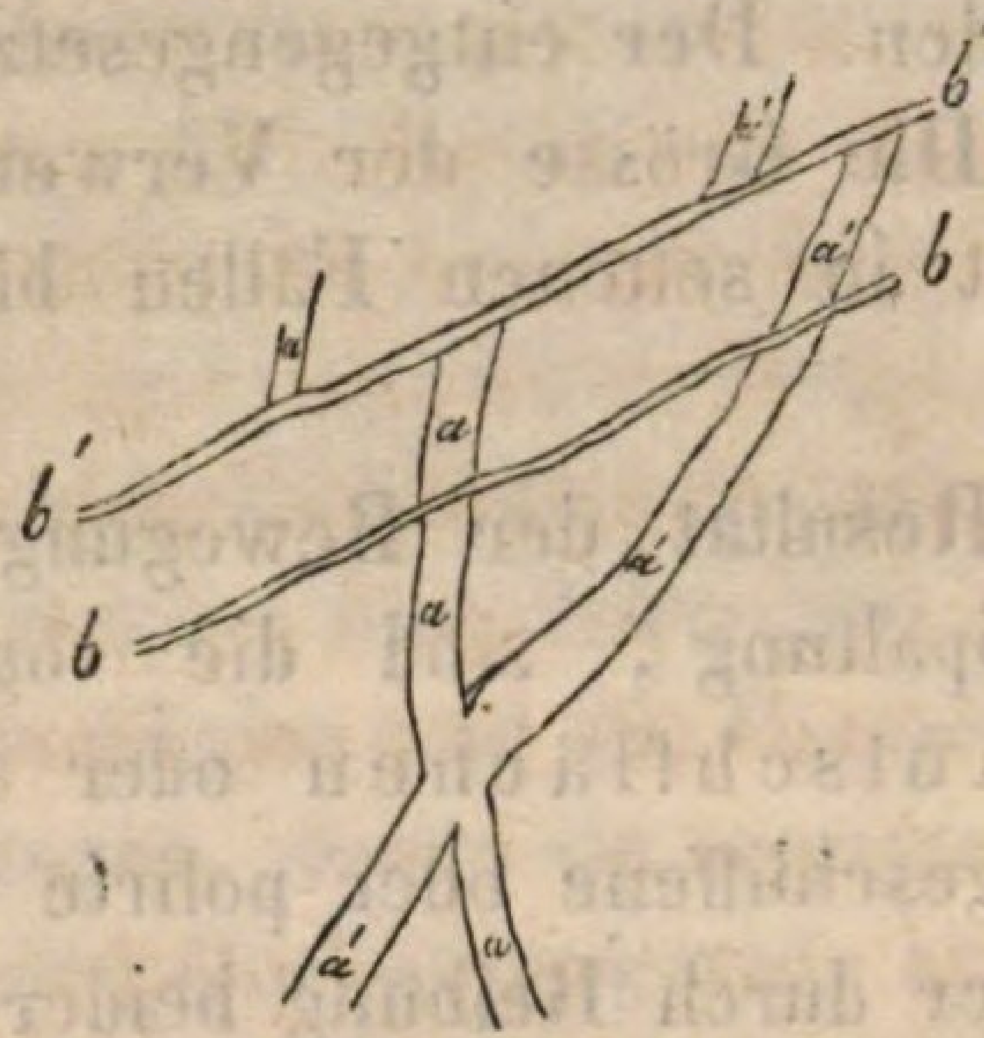


Fig. 13.

jünger als den durchsetzten oder verworfenen *a* zu halten hat, während hingegen sich vereinigende Gänge kreuzen, ohne dass die Masse des einen von der des andern abgeschnitten wird und daher beide *a* und *a'* gleichzeitig entstanden sein müssen. — Jede Vereinigung zweier, nach verschiedenen Richtungen ausgedehnter Gänge nennt man Kreuzung, die Linie, in der sie stattfindet, Kreuzlinie, den Körper der Kreuzung Gangkreuz. — Man sagt: Gänge schleppen sich, wenn sie, wie Fig. 14 zeigt, für gewöhnlich durch

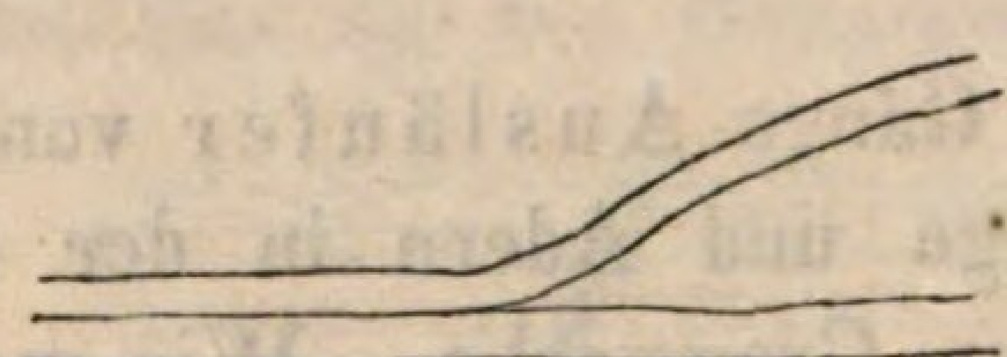


Fig. 14.

Nebengestein getrennt, auf eine gewisse Strecke dicht neben einander verlaufen.

Es treten bei den Kreuzungen, Durchsetzungen und Verwerfungen zuweilen sehr complicirte Verhältnisse ein; Verwerfungen können entweder durch Hebungen, Senkungen, seitliche Verschiebungen, oder endlich durch die blosse Mächtigkeit des jüngern Ganges veranlasst worden sein. Jedoch müssen uns diese Andeutungen genügen, da ihre weitere Darlegung uns hier, in einem blossen Elementarwerke, zu weit führen würde.

Die Bewegungen des Hangenden oder Liegenden der Gänge haben nicht nur Veränderungen der Lage ihres Nebengesteins bewirkt, sondern sie haben nothwendig auch einen grossen Einfluss auf die Gestalt der Gänge selbst ausgeübt.

Aus den Lagerungsverhältnissen abgeleitete Altersverhältnisse. — Zur ungefähren Beurtheilung des wirklichen oder absoluten Alters einiger Gesteine sind nur sehr wenige Kriterien vorhanden, dagegen bieten die Lagerungsverhältnisse eine Menge Beziehungen, mittelst denen man das relative (gegenseitige, beziehungsweise) Altersverhältniss zweier, auf irgend eine Weise verbundener Gesteinsarten unmittelbar und sicher bestimmen kann. Nur mit diesen können wir uns hier beschäftigen.

1. Wenn aus Wasser abgesetzte Gesteine schichtweise oder in Schichtensystemen regelmässig übereinander liegen, so wird in der Regel jede obere Schicht jünger, d. h. später entstanden sein, als irgend eine untere. So ist von den Schichten *abcd*, Fig. 15, *a* die älteste und *d* die jüngste. Ausnah-

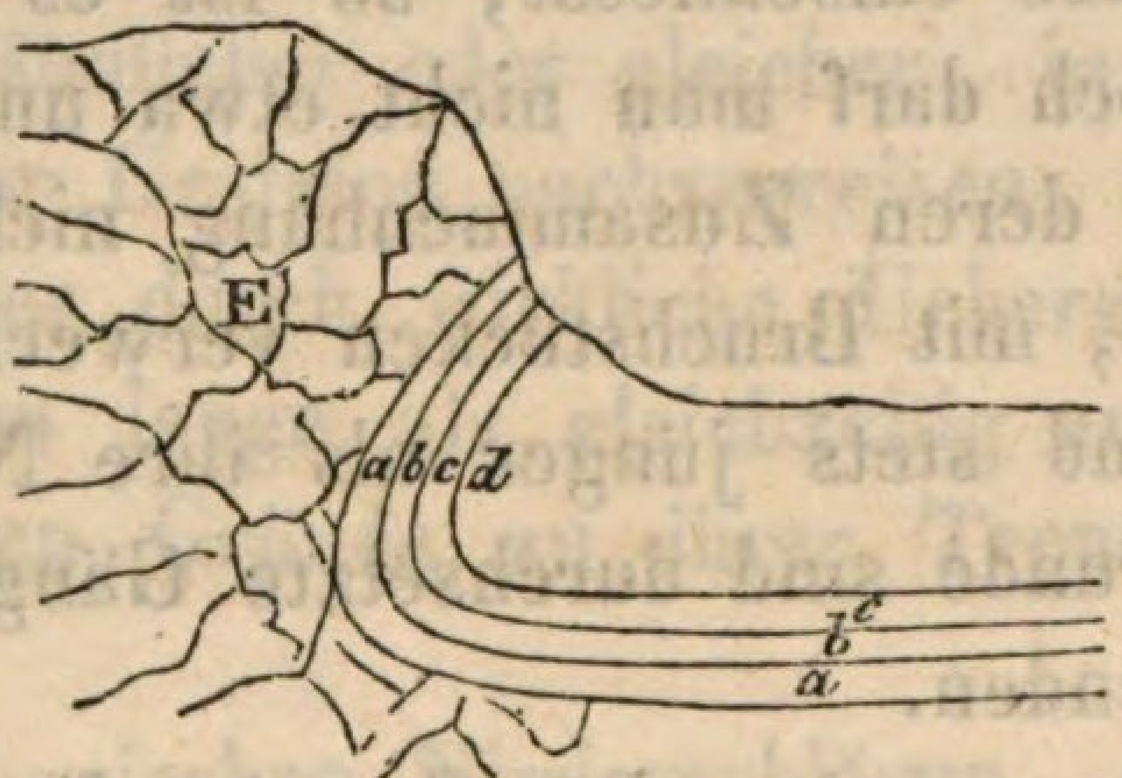


Fig. 15.

men können durch sehr krystallinische Absätze in Spalten, Höhlen oder in Blasenräumen, durch spätere gewaltsame Umkehrung des ursprünglichen Verhältnisses, oder durch Aushöhlung und Unterlagerung hervorgebracht sein. Diese Ausnahmen finden jedoch nur selten und nie in grosser Ausdehnung statt.

2. Wenn an den Grenzen irgend eines massigen Gesteins die Schichten eines geschichteten eine auffallend veränderte Lage, steiles Fallen oder zertrümmerten Zustand zeigen, so ist es als höchst wahrscheinlich anzunehmen, dass das massige Gestein seine Stelle später als das geschichtete eingenommen

und dabei die ursprüngliche Schichtenlage gestört sei, wie aus Fig. 15 deutlich werden wird.

3. Stockförmige Massen eines Gesteins *b*, Fig. 16, in

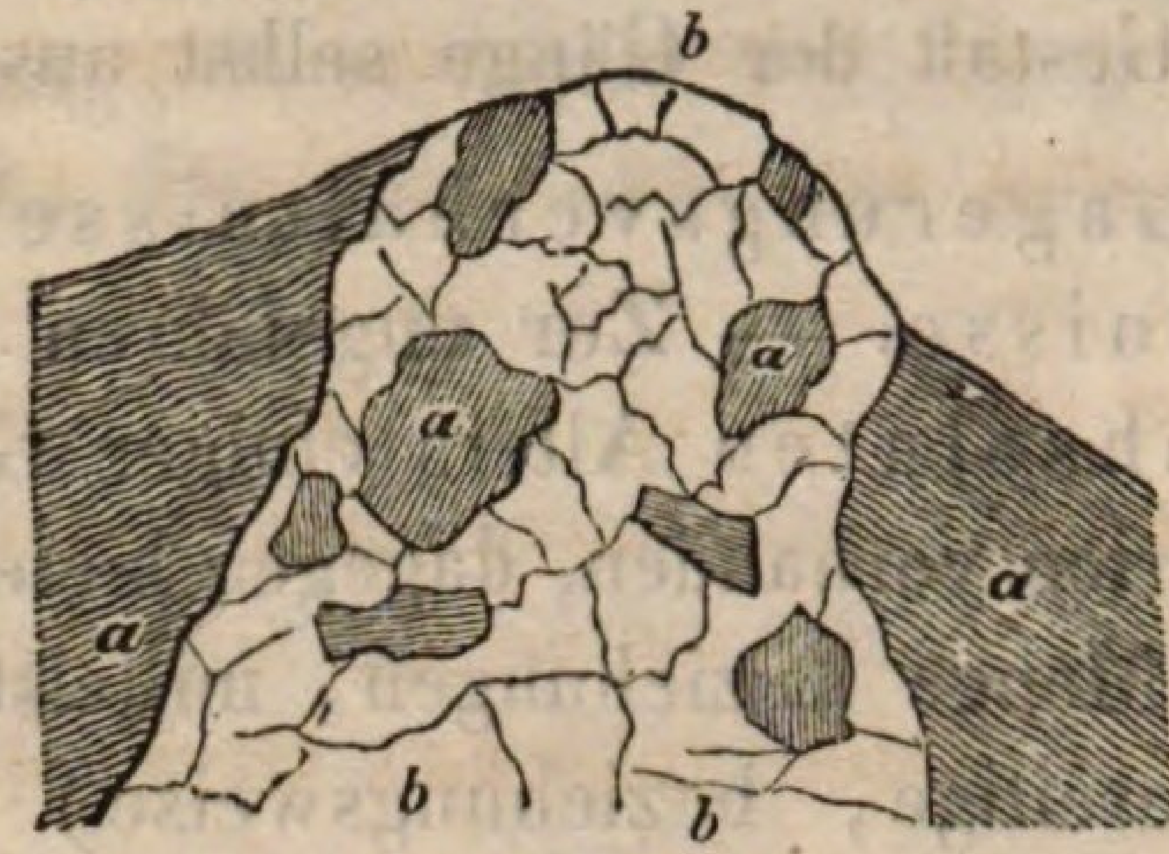


Fig. 16.

einem andern *a*, von ziemlich abweichender Gesteinsnatur, sind in der Regel, im Vergleich zu ihren Umgebungen, als jünger anzusehen. Sehr grosse Bruchstücke können jedoch leicht wie stockförmige Massen erscheinen; diese sind natürlich wie alle Bruchstücke stets älter, d. h. seit länger fest, als das sie einschliessende Gestein; denn

4. wenn ein Gestein Bruchstücke oder Geschiebe eines andern benachbarten einschliesst, so ist es stets das jüngere von beiden. Jedoch darf man nicht etwa unregelmässig gangförmige Gebilde, deren Zusammenhang nicht sogleich übersichtlich erscheint, mit Bruchstücken verwechseln.

5. Gänge sind stets jünger als ihre Nebengesteine und aus demselben Grunde sind durchsetzte Gänge stets älter, als die sie durchsetzenden.

6. Wenn ein und dasselbe Gestein *B*, Fig. 17, sich auf

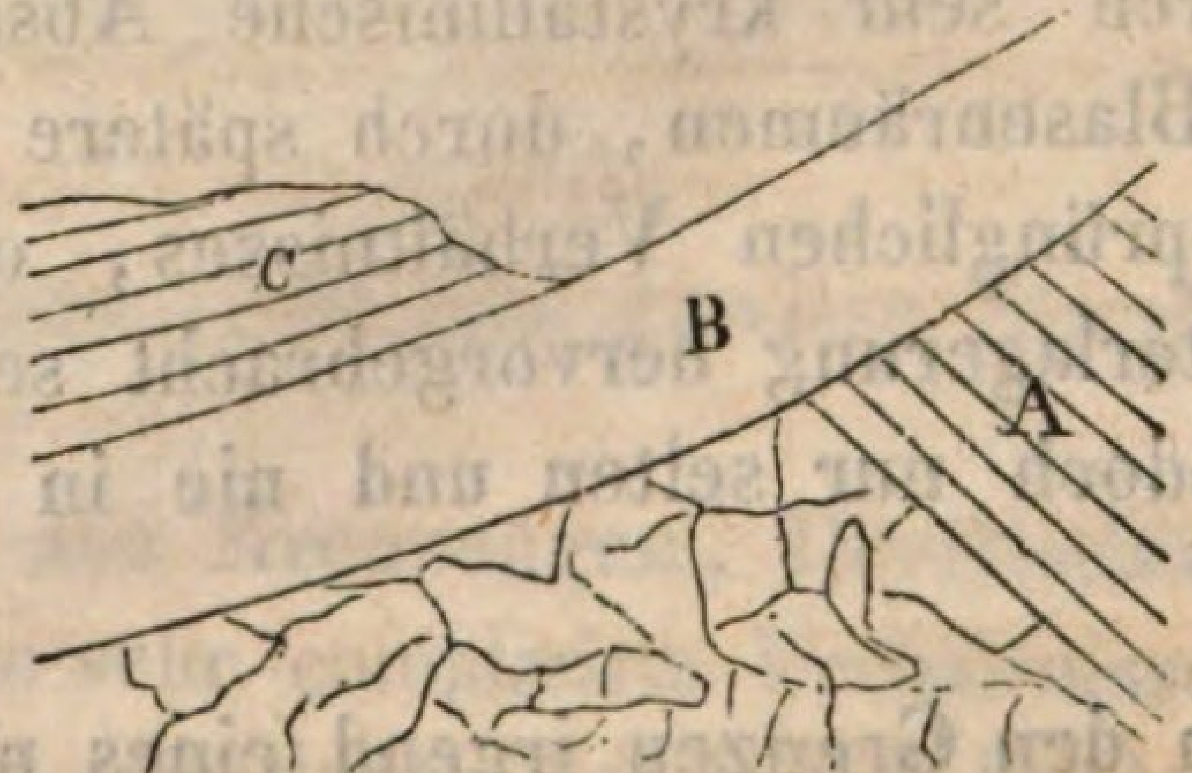


Fig. 17.

irgend eine zuverlässige Weise älter erweist als ein anderes Gestein *C*, zugleich aber jünger als ein drittes *A*, welches mit *C* in keiner unmittelbaren Verbindung steht, so muss auch

C stets jünger sein als *A*. Diese indirecte Altersbestimmung ist besonders häufig bei Gängen und Schichten anwendbar, jedoch hat man stets genau zu beobachten, ob das verbindende Gestein *B* wirklich an beiden Beobachtungspunkten identisch ist, da oft eine und dieselbe Gesteinart von verschiedenem Alter vorkommt.

Einige andere Hülfsmittel zur Bestimmung des relativen Alters sind zu sehr von Uebung und individueller Beurtheilungsgabe abhängig, als sie unter die allgemeinen Regeln aufnehmen zu können. Dahin gehören: Gesteinsnatur, chemische Einwirkung der Gesteine aufeinander, Niveauverhältnisse, die allgemeine Lage im Vergleich zu Gebirgen, Analogien u. s. w., Bestimmungsgründe, welche zum Theil erst aus der mit Hülfe der sicherern Kennzeichen gemachten Erfahrungen hervorgegangen sind. Ganz auf solchen Erfahrungen beruht die Lehre von der Vertheilung der Versteinerungen, über deren wichtige Anwendung zur Altersbestimmung im nächsten Abschnitt mehr folgt.

Schwieriger als die Altersverschiedenheit ist oft die Gleichzeitigkeit zweier ähnlicher oder gleicher, in getrennten Räumen vorkommender Gesteine nachzuweisen, man kann jedoch ganz gleiche, oder durch wirkliche Uebergänge verbundene Gesteine immer so lange als gleichzeitig ansehen, als noch keine hinreichenden Gründe zu ihrer Trennung aufgefunden worden sind.

Bei den mechanischen Niederschlägen, den geschichteten Gesteinen, tritt jedoch auch der Fall ein, dass man ganz ungleiche Gesteine als gleichzeitig zu betrachten hat, indem ihre Beschaffenheit von den örtlichen Umständen abhängig war, welche bei der Entstehung obwalteten. Während an einem Ort feiner Sand zu Sandstein abgesetzt wurde, häuften sich gleichzeitig anderwärts grosse Geschiebe zu Conglomerat an, welches hier vorzugsweise Gneis, dort Porphyrstücke enthalten kann. An einem vierten Orte endlich kann zu derselben Zeit ein Niederschlag von thonigem Schlamm als Schieferthon oder Thonstein abgesetzt worden sein. Alle diese Verschiedenheiten sind offenbar abhängig von der örtlichen Zusammensetzung und Gestalt desjenigen Theils der Erdoberfläche, wel-

cher die Materialien zu diesen mechanischen Gebilden lieferte. Solche ungleichartigen Schichtensysteme gleicher Zeitepochen nennt man Parallelformationen oder Aequivalente und wir werden weiter unten sehen, dass die Versteinerungen das beste und sicherste Mittel zur Bestimmung ihrer Gleichzeitigkeit sind, indem dafür die Lagerung nur selten ganz entscheidend ist.

FÜNFTER ABSCHNITT.

VON DEN VERSTEINERUNGEN ODER PETREFACTEN.

In gewissen Gesteinen findet man häufig Ueberreste oder Spuren organischer Geschöpfe, welche man Versteinerungen, Petrefacten oder fossile (d. h. wörtlich: ausgegrabene) Organismen nennt. — Die Geschichte der Erde bietet, wie schon bemerkt, unsern Forschungen ein weites und mannigfaltiges Feld dar, welches füglich in zwei besondere Gebiete abgetheilt werden kann. Das erste begreift die Geschichte des unorganischen mineralischen Stoffes und die verschiedenen Veränderungen, die er, von der Erschaffung seiner Bestandtheile an, bis zu seinem gegenwärtigen Zustande erlitten hat. Das zweite umfasst die frühere Geschichte des Thier- und Pflanzenreichs und der aufeinander folgenden Verwandlungen, welche diese zwei grossen Gebiete der Natur während der Einwirkung chemischer und mechanischer Processe auf die Oberfläche unseres Planeten erlitten haben. Gegenstand der Geologie bildet das Studium beider Zweige. Es ist daher nicht minder wichtig, die Beschaffenheit der physischen Kräfte und die Art und Weise, wie sie auf die unorganischen Mineralkörper gewirkt haben, zu untersuchen, als die Gesetze des Lebens und die verschiedenen Bedingungen der Organisation zu erforschen, welche obwalteten, während die Kruste unseres Erdballes noch in ihrem Bildungsprozess begriffen war.

Die Versteinerungen sind entweder wirklich in Stein umgewandelte, versteinerte Organismen, oder nur von Gestein umschlossene organische Theile, oder endlich Abgüsse

von Abdrücken. Die Lehre von den Versteinerungen nennt man Versteinerungskunde, Paläontologie oder Petrefactologie; sie ist nebst der Mineralogie die wichtigste Hülfswissenschaft für die Geologie, die ein ganz besonderes Interesse hat, weshalb wir auch hier eine Reihe Bemerkungen, hauptsächlich aus einem allgemeineren Gesichtspunkte darüber machen, zumal wir auf kein populäres Werk über diesen wichtigen Zweig der Naturkunde verweisen können.

Dasselbe organische Wesen, z. B. ein Baumstamm, kann auf die genannten vier verschiedenen Arten als Versteinerung vorkommen. Im erstern Fall sind alle seine früher aus Holz, Zellen, Gefässen, Saft u. s. w. bestehenden Theile in Stein verwandelt, im zweiten ist derselbe unverändert, als Holz von Gestein umschlossen, im dritten ist seine äussere Gestalt in Gestein abgedrückt, und im vierten ein solcher Abdruck, nachdem die Holzmasse zerstört war, von Steinmasse ausgefüllt.

Wirklich in Stein umgewandelt finden sich besonders gewisse Pflanzentheile; an ihnen erkennt man häufig noch die feinste innere Structur, nicht nur Jahresringe, Markstrahlen oder Gefässbündel, sondern alle Zellen und Spiralgefässe sind, wie es scheint, einzeln in Steinmasse umgewandelt und durch verschiedene Färbung oder Dichtigkeit ihrer Theile kenntlich, so dass man sie wie bei den lebenden Pflanzen unterscheiden kann. Es sind dies besonders Stammtheile von Pflanzen (versteinerte Hölzer, Staarsteine), deren innere Struktur durch die Steinmasse so deutlich erhalten worden ist, dass man dieselbe an papierdünnen Abschnitten unter dem Mikroskop fast besser studiren kann, als in der lebenden Pflanze, da kein ausfliessender Saft, keine Zerreissung durch den Schnitt und dergleichen die Beobachtung stört, welche an dem unveränderlichen Exemplare auch immer wiederholt werden kann. — Die umwandelnde Masse ist hier gewöhnlich Hornstein, Halbopal oder Feuerstein; schon minder deutlich sind die Umwandlungen in Kalkspath, Thoneisenstein und Schwefelkies.

Eine Art von Zwischenstufe zwischen wirklich umgewandelten und fast unverändert eingeschlossenen organischen Körpern

bilden die Braun- und Steinkohlen. Die innere Structur ist bei ihnen gewöhnlich sehr verwischt, zuweilen aber auch in den dichtesten Abänderungen unter dem Mikroskop noch erkennbar. Ihre Substanz zeigt eine ähnliche chemische Zusammensetzung wie die der Pflanzen, aus denen sie entstanden, nur andere Verhältnisse der einzelnen Stoffe und einige neu hinzugetretene Bestandtheile. Sie sind deshalb nicht mehr als wirkliche Pflanzenmasse anzusehen, offenbar aber noch immer als etwas ihr sehr Aehnliches. Noch pflanzenähnlicher als die Kohle ist das bituminöse Holz.

Fast unverändert von Steinmasse, d. h. von Kalkstein, Sandstein, Thon, Lehm und Löss umschlossen, finden sich Knochen, Muschelschalen, Polypengehäuse (Korallen) und Infusorienpanzer. Zwar sind in der Regel der thierische Leim und die Farbstoffe aus ihnen verschwunden, sie sind calcinirt, mürbe und weiss, jedoch ist diese Veränderung so gering, dass sie zuweilen nur mit einiger Mühe wahrgenommen werden kann.

Ganz unverändert und oft wunderbar vollständig erhalten sind die von Bernstein umschlossenen Thiere oder Pflanzentheile, wie Insecten, Wurzeln u. dergl. Ein sonderbares Beispiel der erhaltenen Substanz liefert ferner der Dintensack von in Kalkstein eingeschlossenen Sepien oder Dintenfischen, dessen Inhalt man als Farbe benutzen konnte. Eine ähnliche Erscheinung war auch der im nördlichen Sibirien eingefroren gefundene vollständige vorweltliche Elephant, dessen Fleisch so gut erhalten war, dass es die Hunde frassen.

Als Abdrücke finden sich sowohl Pflanzen- als Thiertheile: Blätter, Früchte, Stämme, Korallen, Muscheln, Krebse, Fische, Fährten von Amphibien, Vögeln und Säugethieren. Die äussere Form des organischen Körpers ist durch Umschliessung von Kalkstein, Sandstein, Thonstein, Schieferthon u. s. w. abgebildet worden, seine Substanz aber ist nicht mehr vorhanden. Eine besondere Art der Abdrücke sind die Steinkerne, d. h. die Ausgüsse hohler Räume, die Abformungen des innern Raumes von Muschelschalen, oder Ausgüsse von Hohlabdrücken. Die letztern sind ganz besonders häufig und man findet auf diese Weise namentlich Baumstämme, Korallen,

4*

Muscheln und Thierfährten. Diese letztern erscheinen gewöhnlich als Reliefs an der untern Fläche von Schichten, da die Fusseindrücke auf der Oberfläche eines weichen Bodens erfolgten und dann erst durch eine darüber abgelagerte Schicht erfüllt wurden.

Auf die Frage: wo findet man Versteinerungen? müssen wir antworten, dass nicht alle Gesteine dieselben enthalten, sondern dass sich ihr Vorkommen vielmehr auf eine geringe Zahl derselben beschränkt, welchen allen in der Regel zugleich Schichtung eigen ist. Nehmen wir an, dass eine Reihe von Gesteinen durch Wasser gebildet, oder vielmehr aus demselben abgesetzt, eine andere Reihe aber durch Erkaltung aus einem feurigflüssigen in den festen Zustand übergegangen ist, so ergiebt sich von selbst, dass die letztern keine organischen Reste enthalten können. Die Abtheilung in geschichtete, d. h. durch successive Niederschläge der im Wasser suspendirten Substanzen entstandene, und in massige Gesteine, zu welchen letztern auch im Allgemeinen die gangförmigen zu rechnen sind, stimmt hiermit sehr gut überein. Denn, wie schon erwähnt, enthalten im Allgemeinen nur geschichtete Felsarten Versteinerungen, namentlich: Kalkstein, Sandstein, Conglomerat, Schieferthon, Mergel, Grauwackenschiefer, Thon, Lehm u. dergl. Nie findet man dagegen in massigen, krystallinischen und Ganggesteinen, wie Glimmerschiefer, Gneis, Granit, Porphyr, Syenit, Diorit, Basalt, Phonolith, Trachyt, Lava u. s. w., wirklich ihnen angehörige Petrefacten, wenn auch zuweilen organische Reste enthaltende Bruchstücke anderer Gesteine von ihnen umschlossen werden, wodurch der Schein hervorgebracht werden kann, als enthielten sie dieselben. In ähnlicher Weise enthalten auch zuweilen geschichtete Gesteine, jedoch nur selten, Petrefacten, welche eigentlich einem andern, ältern Gesteine angehören, indem sie dieselben zum zweiten Male umschlossen haben. Auch unter den die Erdoberfläche bedeckenden losen Geröllen findet man recht oft Versteinerungen, die den Gesteinen angehören, aus denen die Gerölle bestehen. Häufig sind die Versteinerungen aus einer festern Substanz gebildet, als das

sie einschliessende Gestein, so dass, wenn dieses verwittert, sie unversehrt an seiner Oberfläche liegen bleiben.

Das Studium der organischen Ueberreste bildet den Hauptcharakter der neuern Geologie und ist zugleich die Hauptursache der Fortschritte, welche diese Wissenschaft seit dem Anfang dieses Jahrhunderts gemacht. Wir finden unter den organischen Trümmern jeden Alters Familien, welche beinahe dieselben generischen Formen zeigen, wie die lebenden Organismen. Andere Familien, sowohl aus dem Thierreich, als aus der Pflanzenwelt, sind auf bestimmte Formationen beschränkt, und es giebt gewisse Grenzen, wo ganze Gruppen zu existiren aufhören, um durch andere von abweichender Beschaffenheit ersetzt zu werden. Die Gattungen und Arten wechseln noch weit häufiger. Mit Recht hat man darum behauptet, dass Untersuchungen über die Struktur und die Umwälzungen der Erde ohne das genaueste Studium der organischen Ueberreste eben so fruchtlos und thöricht wären, als wenn man die Geschichte eines alten Volkes schreiben wollte, ohne auf seine Urkunden, seine Münzen und Inschriften, seine Monumente und die Ruinen seiner Städte und Tempel Rücksicht zu nehmen. Das Studium der Zoologie und Botanik ist daher, wie schon bemerkt, eben so unentbehrlich für die Fortschritte der Geologie geworden, wie die Kenntniss der Mineralogie und was diese für die massigen Gesteine, sind jene für die geschichteten. Ja der mineralogische Charakter der unorganischen Materie, aus welcher die Erdschichten zusammengesetzt sind, bietet oft ein so gleichartiges Abwechseln von Sandstein-, Thon- und Kalkbänken, nicht allein in verschiedenen, sondern auch oft in derselben Formation, dass aus der Aehnlichkeit in der mineralogischen Zusammensetzung nur ein sehr unsicherer Beweis für einen gleichzeitigen Ursprung entnommen werden kann, während hingegen das sicherste Zeugniss für diese Gleichzeitigkeit uns in der Uebereinstimmung der sie einschliessenden organischen Ueberreste gegeben ist. Ohne sie wären die Beweise für den Verlauf langer Perioden, während welcher, wie die Geologie lehrt, die Schichten der Erde abgelagert wurden, verhältnissmässig nur wenig zahlreich und nicht entscheidend.

Obwohl die Geheimnisse der Natur, welche uns die Geschichte der organischen Ueberreste enthüllt, eins der Hauptresultate des Studiums der Geologie bildet, so muss es doch Denen, welche die Naturerscheinungen nicht in ihren Einzelheiten zu beobachten pflegen, unglaublich vorkommen, dass eine Masse von rohem und leblosem Kalk bei mikroskopischer Untersuchung sich öfters aus Trümmern von vormals lebenden Körpern zusammengesetzt zeigt, und dass die Mauern unserer Häuser bisweilen blos aus kleinen Muschelschalen bestehen, die einst Wohnungen von, auf dem Boden früherer Meere und Seen lebenden Thieren waren. Ferner, dass eins unserer Polirmittel, der sogen. Trippel oder Polirschiefer, dass ein grosser Theil des Sandes unserer Dünen u. s. w. aus den Schuppenpanzern von Infusorien bestehen.

Man begreift kaum, wie die Menschen so viele Jahrhunderte lang mit einer jetzt so klar erwiesenen Thatsache unbekannt bleiben konnten, dass nämlich kein geringer Theil der gegenwärtigen Erdoberfläche von Ueberbleibseln vieler Thiere herrührt, welche einst die Bevölkerung der alten Meere ausmachten. Manche weite Ebenen und gewaltige Berge sind so zu sagen grosse Beinhäuser vergangener Geschlechter, in welchen die verschiedenen Ueberreste erloschener Thiere und Pflanzen während unermesslich langer Perioden zu erstaunungswürdigen Denkmälern der Wirkungen des Lebens und des Todes zusammengehäuft wurden.

Je tiefer wir in die Schichten der Erde hinabsteigen, desto mehr nähern wir uns dem Anfange der Schöpfungsgeschichte. Wir finden nach einander verschiedene Stufen, durch eigenthümliche Formen des Thier- und Pflanzenreichs ausgezeichnet, welche im Allgemeinen mehr und mehr von den existirenden Arten abweichen, je weiter wir in diese Gräber der alten Schöpfungen eindringen.

So oft wir ein beständiges Vorkommen von organischen Ueberresten antreffen, die mit einer gewissen Schicht anfangen und mit einer andern, die abweichende Typen einschliesst, aufhören, so haben wir eine sichere Grundlage für jene Abtheilungen, für jene Schichtensysteme, welche man **geologische Formationen** nennt. Solcher stufenweiser Ab-

theilungen lassen sich viele nachweisen, wenn man die Schichten der Erde untersucht. Der Zoolog namentlich erkennt darin eine grosse Anzahl ausgestorbener Gattungen, die, mit den lebenden in vielfacher Hinsicht verwandt, oft als bisher scheinbar mangelnde Verbindungsglieder in der grossen, alle lebenden Wesen vereinigenden Kette angesprochen werden können.

Zwar herrschten Thiere und Pflanzen aus den niedern Klassen hauptsächlich beim Beginn des organischen Lebens vor, aber nicht ausschliesslich; wir finden in den Lagern der Grauwackenformation nicht allein Trümmer von Strahl-, Glieder- und Weichthieren, wie Korallen, Trilobiten und Nautiliten, auch die Wirbelthiere sind daselbst durch die Klasse von Fischen vertreten. Reptilien wurden in einigen der ältesten Ablagerungen der sogen. Flötzgebirge entdeckt. Die Fusstapfen auf dem rothen Sandstein liefern wahrscheinlich die ersten Spuren von Vögeln und Beutelthieren. Knochen von Vögeln und von Beutelthieren kommen über und in der Juraformation vor und in den mittlern Abtheilungen des Flötzgebirges finden sich die ersten Spuren von Cetaceen-Ueberresten. Die Tertiär-Formationen schliessen Knochen von Vögeln, Cetaceen und Landsäugethieren ein, von denen einige auf lebende Gattungen und alle auf lebende Ordnungen zurückgeführt werden können. Hieraus geht hervor, dass die vollkommenern Thierformen allmälig häufiger werden, so wie man von den ältern zu den neuern Formationen übergeht. Während die einfachern Ordnungen, obgleich sie häufige generische und specifische Veränderungen erleiden, und bisweilen ganze Familien einbüssen, welche durch neue ersetzt werden, in der ganzen Reihe der versteinerungsführenden Lager erscheinen.

Die Hauptmasse der organischen Ueberreste rührt von der Anhäufung zahlloser Schalthiere her, welche während einer langen Reihe aufeinander folgender Generationen den Boden des Meeres bewohnten. Viele Schichten bestehen lediglich aus Myriaden dieser Schalen, welche durch die lang anhaltenden Bewegungen des Wassers in Stücke zertrümmert wurden. In andern Schichten findet man eine zahllose Menge unzer-

brochener Korallen und oft sehr zerbrechliche Schalen mit ihren zartesten Anhängen, die noch unversehrt daran befestigt sind, woraus man mit Grund schliessen kann, dass die Thiere, von denen sie herrühren, an oder nahe bei der Stelle lebten und starben, wo ihre Ueberreste gefunden werden.

Solche Schichten, mit den Trümmern unzähliger Generationen lebender Wesen angefüllt, setzen nothwendig lange Zeitperioden voraus, während welcher die Thiere, denen sie angehörten, auf dem Boden der Meere, welche einst die Stelle unserer jetzigen Continente und Inseln einnahmen, lebten, sich vermehrten und starben; und die specifische Verschiedenheit im Thier- sowohl als im Pflanzenreich, die man in den aufeinander folgenden Gliedern verschiedener Formationen wahrnimmt, liefert einen weitern Beweis, nicht nur für diese Zeitperioden, sondern auch für die grossen Veränderungen, welche in dem physischen Zustand und dem Klima der alten Erde sich ereigneten.

Neben diesen sehr deutlichen Ueberresten von Schal- und grössern Thieren, entdeckt man bei genauerer Untersuchung eine ungeheure Menge mikroskopischer Schalen, die nicht weniger durch ihre Anzahl als durch ihre äusserste Kleinheit Staunen erregen. Wie sehr sie zusammengehäuft sein müssen, kann man aus dem Umstand entnehmen, dass man aus einem in den Hügeln von Casciana in Toskana gefundenen Stein, der kaum 1½ Unzen wog, an 10,500 gekammerte mikroskopische Schalen zusammenlas. Der Rest des Steins war aus Schalenfragmenten, kleinen Echiniten-Stacheln und einer kalkspathartigen Masse zusammengesetzt. Von einigen Arten dieser Schalen wiegen 400 bis 500 nur einen Gran und man kann sich einen Begriff von ihrer Kleinheit machen, wenn man hört, dass viele durch ein Papier fallen, in welches man Löcher mit der feinsten Nadel gestochen hat.

Aehnliche Anhäufungen von mikroskopischen Schalen sind auch in verschiedenen Lagern der Süsswasserformationen beobachtet worden. Ein bekanntes Beispiel dieser Art geben uns die zahlreichen, vielfach verbreiteten Ueberreste eines mikroskopischen Krebses aus dem Geschlecht Cypris. Diese Thiere sind, wie die zweischaligen Mollusken, mit zwei flachen

Schalen versehen und bewohnen jetzt Seen und Sümpfe. Gewisse Lager der Wealden-Formation unterhalb der Kreide sind in solchem Masse mit mikroskopischen Cypris-Schalen angefüllt, dass die Oberfläche vieler Lamellen, in die der Thon sich leicht theilt, oft damit wie mit kleinen Sandkörnchen ganz überdeckt ist. Andere Beispiele dieser Art in ältern und jüngern Formationen sind nicht selten, allein uns mögen die obigen genügen.

In Lagern, die sich in Flussmündungen absetzten, lässt die Beimischung und Abwechselung von Fluss- und Süsswassersee-Schalen mit Meeres-Ueberresten auf analoge Zustände schliessen, als diejenigen sind, unter welchen wir See- und Flussbewohner zusammen in den Brackwassern unweit der Mündungen grosser Ströme antreffen. So findet man zwischen Kalkschichten mit Süsswasserschalen eine Schicht mit Austerschalen, welche entweder salziges oder brackisches Wasser anzeigt. Es giebt noch auffallendere Mischungen organischer Ueberreste aller Art; wie z. B. die der Knochen grosser Landsäugethiere mit Meeres-Conchylien. Das Vorhandensein der erstern kann man sich nur dadurch erklären, dass die Gerippe aus ihrer unterseeischen Grabstätte auf dem nahen Lande ins Meer geschwemmt wurden.

Die bisher betrachteten Fälle haben uns sammt und sonders Beispiele von langsamen allmäligen Anhäufungen dargeboten, in welchen Ueberreste von Meer-, Süsswasser- und Landthieren, die während langer Zeitperioden eines natürlichen Todes starben, aufbewahrt wurden. Es bleibt uns daher noch zu zeigen übrig, wie von Zeit zu Zeit andere Ursachen eine schnelle Anhäufung gewisser Schichten hervorgebracht zu haben scheinen, von einer plötzlichen Zerstörung nicht allein der Schalthiere, sondern auch der jedesmaligen Meeresbewohner der höhern Klassen begleitet. Aehnliche örtliche Fälle von plötzlicher Zerstörung ereignen sich noch heut zu Tage, wenn bei heftigen Stürmen Fische in Folge übermässiger Beimischung von Schlamm im Meerwasser, oder durch zu schnelles Steigen der Temperatur des Wassers und Beimischung schädlicher Gase in der Nähe unterseeischer Vulkane, umkommen. Auf gleiche Weise wird oft ein plötzlicher Ein-

bruch von Salzwasser in Seen und Flussmündungen oder umgekehrt das plötzliche Zuströmen grosser Süsswassermassen zum Meere, z. B. beim Durchbruch eines Sees oder bei grossen Landfluthen, verderblich für viele Bewohner der auf diese Weise modificirten Gewässer.

Die meisten fossilen Fische haben nicht das Ansehn, als ob sie durch mechanische Gewalten umgekommen wären; sie scheinen vielmehr in Folge etwaiger schädlicher Eigenschaften, die sich dem Wasser mittheilten, umgekommen zu sein, entweder durch plötzliche Veränderung der Temperatur, oder durch eine Beimischung von Kohlensäure, Schwefelwasserstoffgas oder bituminösen, metallischen oder erdigen Stoffen unter der Gestalt von Schlamm. Die Umstände, unter denen die fossilen Fische am Monte Bolca, zu Torre d'Orlando in dem Meerbusen von Neapel und in dem Kupferschiefer am südöstlichen Harzrande vorkommen, scheinen das Gesagte zu bestätigen.

Aus dem, was wir bis jetzt im Allgemeinen über die organischen Reste gesagt haben, geht hervor, dass nicht allein die Trümmer von Seeorganismen, sondern auch die von Landthieren und Pflanzen fast ausschliesslich in solchen Schichten vorkommen, welche durch die Wirkung des Wassers entstanden, und dieser Umstand erklärt sich leicht, wenn man bedenkt, dass die Knochen fast aller todten Thiere, welche unbedeckt liegen bleiben, in wenigen Jahren durch verschiedene Thiere und die zersetzende Wirkung der Atmosphäre zerstört werden. Mit Ausnahme der wenigen Knochen, welche in Höhlen angesammelt, oder unter Erdfällen, vulkanischen Eruptionen oder Triebsand begraben worden sein mögen, können Landthierüberreste nur in neptunischen Ablagerungen aufbewahrt worden sein.

Sogar in der Jetztwelt sehen wir beständig Gerippe von Thieren durch die Flüsse, während der Fluthzeit in Seen, Strommündungen und Meere getrieben, und wenn es gleich anfangs auffallend scheinen mag, Ueberreste von Landthieren in Schichten eingeschlossen zu finden, welche auf dem Meeresboden sich absetzten, so ist dies doch leicht erklärbar, wenn man sich erinnert, dass die Materialien der geschichteten Ge-

steine selbst grösstentheils aus den Materialien der Zerstörung älterer Gesteine entstanden.

Wenn also Regen, Ströme und Ueberschwemmungen diesen Schutt in die Seen, Flussmündungen und Meere führen konnten, können sehr wohl auch dieselben Strömungen, die so ungeheure Massen von Gestein-Trümmern mit sich fortrissen, viele Gerippe von Landthieren und Amphibien in grosse Entfernungen geführt haben; in Uebereinstimmung damit finden wir, dass durch das Wasser gebildete Schichten gewöhnlich die gemeinschaftliche Niederlage der Ueberreste nicht nur von Wasser-, sondern auch von Landthieren und von Pflanzen sind.

Wir wenden uns nun zu der Betrachtung der verschiedenen Klassen, Ordnungen und Geschlechter, deren Reste wir in den Erdschichten finden; diese Betrachtung ist, wir wiederholen es, ein eben so wichtiger als interessanter Gegenstand unserer Untersuchungen, denn sie ist der Hauptschlüssel, mit dem wir die geheime Geschichte eines grossen Theils der festen Erdrinde aufschliessen können. Sie sind die Urkunden, welche uns allein mit den Umwälzungen und Katastrophen, die dem Erscheinen des Menschen lange vorausgingen, bekannt machen können; sie öffnen mit einem Worte das Buch der Natur und schwellen die Bürde der Wissenschaft mit der Kunde vieler aufeinander folgender Reihen von Thier- und Pflanzengenerationen, deren Erschaffung und Untergang uns gleich unbekannt geblieben wäre, ohne die neuern Entdeckungen der Geologie.

Wenden wir uns nun zu den

FOSSILEN SAEUGETHIER-RESTEN,

und beantworten wir zuvörderst die Frage, ob bereits Spuren von Menschenknochen in den Erdschichten entdeckt worden sind. Bisher haben alle Nachforschungen, welche man über diesen Gegenstand angestellt hat, den gänzlichen Mangel an fossilen Menschenknochen durch die ganze Reihe der geologischen Formationen, oder vielmehr als Thatsache unzweifelhaft begründet, dass der Mensch vor den jetzt mit ihm lebenden Thieren und Pflanzen nicht existirt habe, und nicht Zeit-

genosse der untergegangenen Arten der sogen. Diluvialzeit gewesen sei. Noch nie hat man menschliche Ueberreste in Gesellschaft erloschener Thiere gefunden, welches zur Bestätigung der Annahme dient, dass diese Thiere lebten und starben, bevor der Mensch geschaffen wurde.

Das zufällige Vorkommen von Menschenknochen und Geräthschaften in Schichten, die nur wenige Fuss unter der Erdoberfläche liegen, beweist durchaus nicht, dass sie gleichen Alters mit dem sie einschliessenden Gestein sind. Die allgemeine Sitte, die Todten zu begraben und der häufige Gebrauch, ihnen verschiedene Instrumente und Geräthschaften beizugeben, erklären hinlänglich das Vorkommen von menschlichen Ueberresten an solchen Orten, die für Begräbnisse zugänglich waren.

Der merkwürdigste und einzig bewährte Fall, wo menschliche Skelette in dichtem Kalkstein gefunden wurden, ist der von der Küste von Guadeloupe. Es ist dies aber noch kein Grund, den Knochen ein hohes Alter beizulegen, da das Gestein, in welchem sie vorkommen, von ganz neuer Bildung und aus zusammengekitteten Bruchstücken von Muschelschalen und Korallen, welche gegenwärtig das angrenzende Meer bewohnen, zusammengesetzt ist. Aehnliche Gesteinarten bilden sich oft in wenigen Jahren an den Küsten der Tropenmeere aus Sandbänken, die aus analogen Materialien zusammengesetzt sind.

Häufig wurden auch Menschenknochen mit rohen Kunsterzeugnissen in natürlichen Höhlen gefunden, bisweilen in Tropfstein eingeschlossen, bisweilen auch in Schichten von erdigen Materialien, mit Knochen ausgestorbener Säugethierarten untermischt. Diese Fälle lassen sich gleichwohl durch die, bei den Menschen zu allen Zeiten übliche Sitte, ihre Todten an den ruhigsten und geeignetesten Stellen zu beerdigen, erklären. Der zufällige Umstand, dass viele Höhlen zugleich Knochen ausgestorbener Thierarten in derselben Schicht enthalten, in welche in spätern Zeiten menschliche Leichen begraben worden sein mögen, entscheiden durchaus nicht über das Alter der letztern.

Viele dieser Höhlen waren von wilden Thierstämmen bewohnt, die ihrer Bequemlichkeit halber nach und nach den

Boden aufscharrten, in welchem ihre Vorfahren begraben lagen; und durch solche wiederholte Störungen erklärt sich leicht die zufällige Vermischung von menschlichen Skeletten und Knochen lebender Vierfüsser mit fossilen Ueberresten ausgestorbener Spezies, die in frühern Perioden und auf natürlichem Wege hineinkamen.

In den letzten Jahren erschienen verschiedene Berichte über menschliche Knochen, die in den Höhlen von Frankreich und in denen der Provinz Lüttich entdeckt worden sein sollen, und die als gleichen Alters mit den Knochen der Hyänen und anderer, sie begleitender ausgestorbener Säugethiere geschildert werden. Die meisten derselben lassen indess wahrscheinlich die erwähnte Erklärung zu. Dagegen kann in solchen Höhlen, welche als Kanäle für unterirdische Ströme dienen, oder zeitigen Ueberschwemmungen ausgesetzt sind, ein anderer Grund der Vermischung menschlicher Knochen mit den Ueberresten älterer Thiere in den Strömungen, welche die fliessenden Wasser verursachen, gesucht werden.

Wir geben nun eine gedrängte Uebersicht der fossilen Säugethiere. Die meisten und sogar die ältesten derselben weichen in so wenig Hauptpunkten von den lebenden Repräsentanten ihrer respectiven Ordnungen ab, dass wir es vermeiden können, in Details einzugehen, welche zwar zahllose Beweise einer schöpferischen Absicht enthalten, aber nur wenig darbieten, was nicht eben so gut an lebenden Arten wahrzunehmen wäre und durchaus nicht ins Gebiet der Geologie gehört. Nur bei zwei ausgestorbenen Gattungen werden wir uns etwas länger verweilen, bei zwei Thieren, welche unter allen fossilen Mammalien vielleicht die merkwürdigsten, sowohl wegen ihrer Grösse als auch wegen ihrer ganz eigenthümlichen anatomischen Struktur sind; nämlich auf das Dinotherium, das das grösste Landsäugethier (wenn es nicht eine Dugongartige Cetacee) gewesen und auf das Megatherium, welches unter allen die grössten Abweichungen von den gewöhnlichen thierischen Formen zeigt.

Unter den Meeres-Säugethier-Resten (Cetaceen) gedenken wir vor Allem der Kopfknochen des Wallfisches, die in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, mitten in

Paris, in einem Keller, ausgegraben wurden. Zähne und andere Gebeine dieses Riesenthieres gehören übrigens zu den sehr seltenen Erscheinungen. Sie liegen mitunter zwischen Haufwerken von Meeresconchylien. Im Piacentinischen, einem Lande, wo, in vergleichungsweise neueren Zeiten, Meereseinbrüche Statt hatten, fand man einige Wallfischgerippe und Delphinen-Skelette.

Aus der Ordnung der dickhäutigen Thiere, der Pachydermen, erregten viele gewaltige Geschöpfe von sonderbarer Gestalt seit früher Zeit die Aufmerksamkeit des Volkes, und nahmen die Beachtung der Naturforscher in Anspruch. Elephant, Rhinoceros, Nilpferd und andere, deren fossile Gebeine im aufgeschwemmten Boden vorkommen, gehören ausgestorbenen Arten an. Ihr Untergang fällt in einen und denselben geologischen Zeitraum, er wurde wahrscheinlich durch eine Katastrophe herbeigeführt; denn überall sieht man jene kolossalen Ueberbleibsel beisammen, in den nämlichen Gebirgslagen.

Am längsten bekannt ist das Mammut, der urweltliche Elephant. Schon Theophrast unterschied gegrabenes Elfenbein. Zähne und Knochen finden sich, in und ausser Europa, auf Continenten und Inseln, öfter in ebenen Landstrichen, seltner auf Gebirgen. Am Kreuzberge bei Berlin grub man, in 60 Fuss Tiefe, Mammut-Stosszähne aus dem Boden; bei Kannstadt, unfern Stuttgart und am Thieder Hügel zwischen Braunschweig und Wolfenbüttel, lagen Knochen von mehren Gerippen beisammen. In der Schweiz und in Italien werden solche Ueberbleibsel getroffen; in Frankreich, England und Spanien, in Polen und Schweden, auf Island und in Amerika. Die reichste Fundstätte aber ist Russland. In unsäglicher Menge liefert besonders Sibirien Mammut-Stosszähne. Fig. 18 zeigt das im Museum zu St. Petersburg aufbewahrte Skelett des im nördlichen Sibirien aufgefundenen Mammuts. Dagegen vermisst man sie in Ländern, in denen heutigen Tages Elephanten leben. — Sind in solchen Regionen nie fossile Reste der Art vorhanden gewesen? Oder wurden die aufgefundenen nicht besonders beachtet, in der Meinung: sie seien nichts Ungewöhnliches? — Die Haut des schon erwähnten, zwischen Eis-

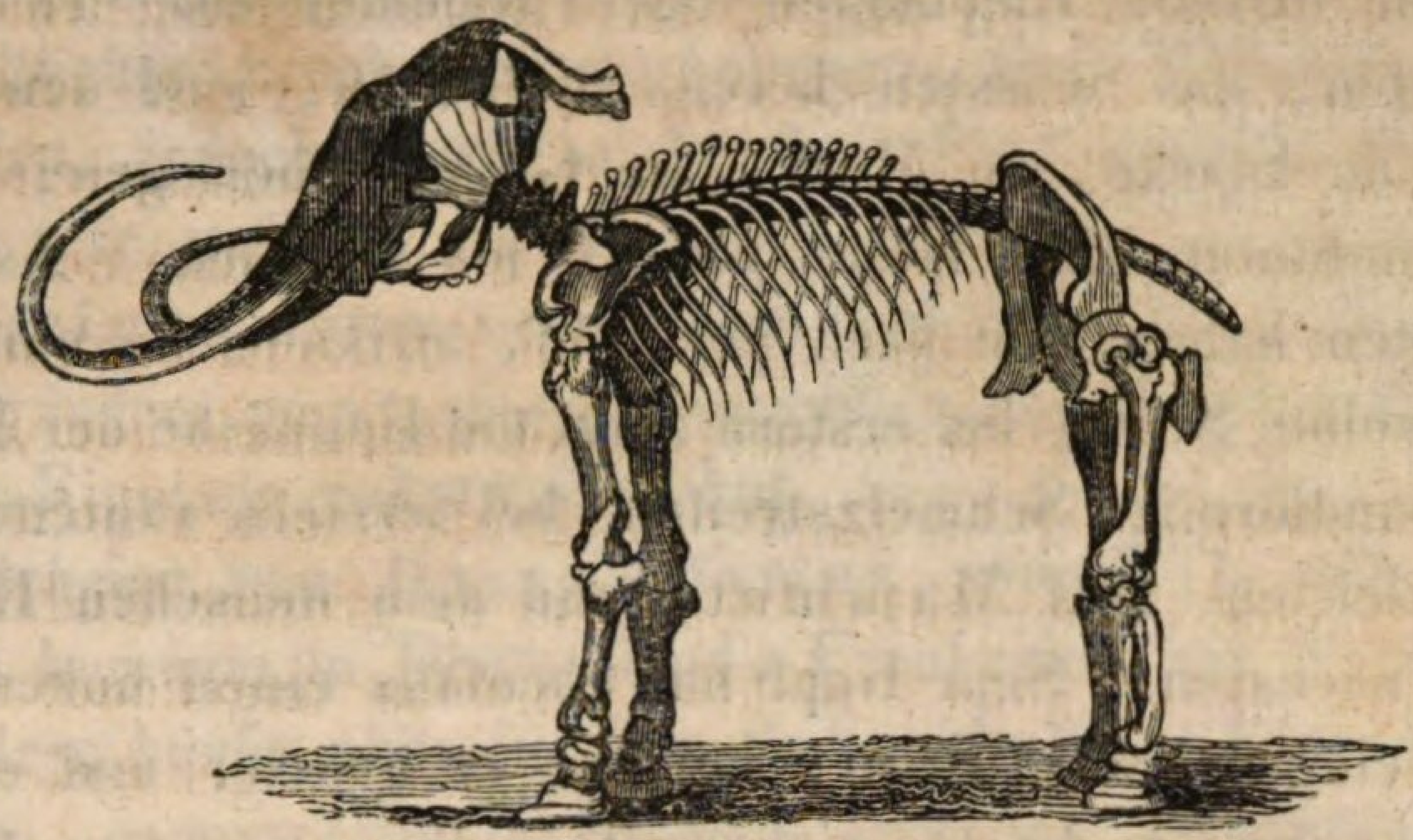


Fig. 18. Das sibirische Mammut.

schollen entdeckten, Mammuts war mit Haaren und mit dicker Wolle zugleich bedeckt; deutet dieser Umstand darauf hin, dass die Natur jenen Thieren ausschliesslich den Norden zur Wohnstätte angewiesen? Waren sie in gewisser Nähe von den Tropen nie vorhanden? Ueber Fragen der Art müssen wir Aufschlüsse von Naturforschern erwarten, welche die heisse Zone, den Erdstrich zwischen beiden Wendekreisen, zum Gegenstand ihrer Untersuchungen machen werden. — Nachdem die wahre Natur der Mammut-Gebeine, die früher zu mannigfachen irrigen Ansichten Stoff gaben, erkannt worden, lag die Meinung sehr nahe: es seien jene Zähne und Knochen Ueberreste der Elephanten, die auf Zügen der Römer und Karthager gedient; allein solchen Meinungen fehlt jede Begründung, und was ihnen jede Wahrscheinlichkeit benimmt, das sind die zahlreichen, über ganz Sibirien zerstreuten Reste. — Noch ist zu bemerken, dass Mammut-Zähne und Knochen nicht versteinert im strengsten Wortsinne vorkommen, wohl aber mit Kalktuff überrindet, und hin und wieder sieht man auch Korallen, welche sich an Ueberbleibseln der Art festsetzten. Aus letzterm Umstande geht der Beweis hervor, dass gewisse Mammut-Gebeine eine Zeit lang von Meereswasser bedeckt waren.

L e b e n d e E l e p h a n t e n — jene, die in Asien, in Ostindien und auf nahen Inseln ursprünglich und ausschliesslich einheimisch sind, und die, welche Mittel- und Süd-Afrika, zum Theil in unerforschten Wildnissen, bewohnen — gehören nicht einer und der nämlichen Art an; auch weichen beide

von dem fossilen Elephanten oder Mammut ab. Indische Elephanten, das wussten bereits die Alten, sind den afrikanischen an Stärke, an Muth, an Grösse überlegen; sie erlangen mitunter eine Höhe von 16 bis 18 Fuss. Asiatische Elephanten haben eine flach vertiefte, afrikanische eine rundlich gewölbte Stirn; bei erstern zeigt die Kaufläche der Backenzähne bandförmige Schmelzstreifen, bei letztern rautenähnliche Schmelzleisten. Das Mammut stand dem indischen Elephanten am nächsten. Sein Kopf hat ebenfalls einen hohen Schädel mit eingedrückter Stirn; nur ist er grösser und erreicht, die Zähne eingerechnet, nicht selten das ungeheure Gewicht von 800 bis 1000 Pfund. Die mitunter sehr gebogenen Stosszähne oder Hauer sind häufig 15 Fuss lang.

In einer Zeit mit dem Mammut war das Mastodon vorhanden und sehr häufig findet man Gebeine beider Thiere beisammen. Dem Elephanten an Gestalt und Grösse zunächststehend, ist das Mastodon in mehren Beziehungen keineswegs weniger merkwürdig. Keine der Arten, in welche Zoologen die Mastodon-Gattung, nach den fossilen Ueberbleibseln, trennen, hat unsere Zeit erreicht; alle sind ausgestorben. Am berühmtesten unter ihnen ist jene, deren Reste im Sumpflande am Ohioufer entdeckt worden; daher der Name Ohiothier. A. v. Humboldt fand Mastodon-Gebeine im Andesgebirge nicht weit von Quito, so wie unfern Santa Fe de Bogota in 8000 Fuss Höhe über dem Meeres-Niveau.

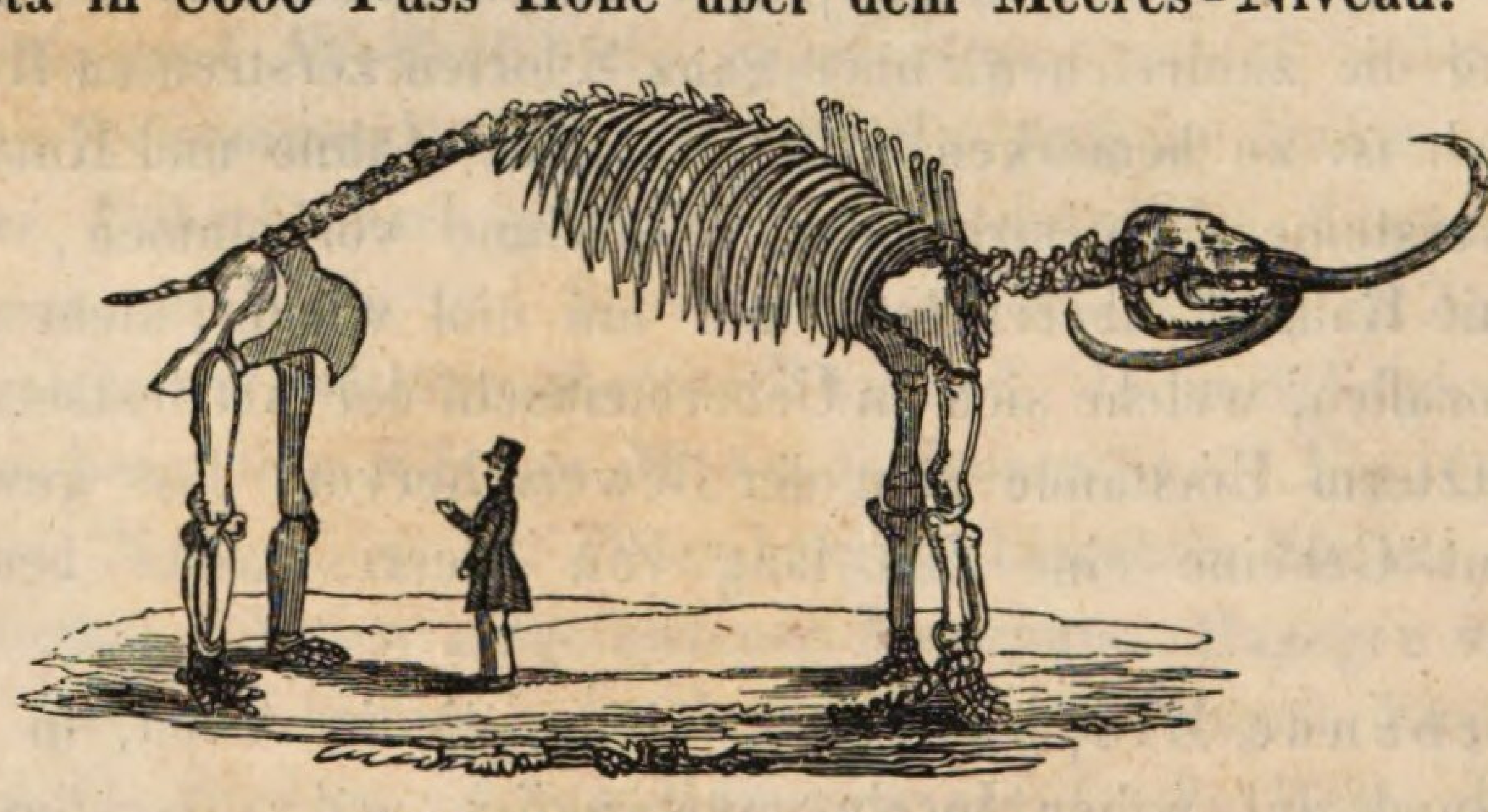


Fig. 19. Mastodon giganteum.

Ein Nashorn mit Haar-, Haut- und Fleischbedeckung fand man im gefrornen Sande am Wilui in Nordsibirien. Uebri-

gens werden fast in allen Ländern, wo fossile Ueberbleibsel vorweltlicher Elephanten vorkommen, auch Rhinoceros-Reste gefunden, jedoch nicht so häufig. Eine der ausgestorbenen Arten war grösser als die noch lebenden. — Vom Elasmotherium, einem verwandten Thiere, lässt sich nicht viel sagen, indem man nur eine angeblich aus Sibirien stammende Unter-Kinnlade aufzuweisen hat.

Gebeine vom Hippopotamus, vom Nil- oder Flusspferd kommen in Deutschland, Frankreich und England vor, besonders häufig aber im Arnothal in Italien. Eine der Arten ist dem, gegenwärtig in Egypten lebenden, Nilpferde ähnlich; andere erreichten, wie die fossilen Ueberbleibsel ergaben, nicht die Grösse eines Schweins.

Gebeine von Schweinen, mit denen jetzt lebender Thiere nicht ganz übereinstimmend, liegen eingeschlossen im Schlamme mancher Höhlen.

Dieses sind die wichtigern unter den, im aufgeschwemmten Lande gefundenen Resten von dickhäutigen Thieren. — Wenden wir uns jetzt zu dem untenstehend in Fig. 20 abgebildeten Dinotherium, zu einem Riesengeschöpf von ganz eigenthümlichem, sehr ungewöhnlichem Charakter, welches unstreitig das merkwürdigste unter sämmtlichen aus dem Organismus der jetzigen Welt verschwundenen Säugethieren (Agassiz vermuthet, dass es ein Cetacee gewesen) ist. Dinotherien nährten sich von Pflanzen; sie wohnten an Seen und Sümpfen. Als auffallende Abweichung von andern Thierformen müssen die beiden ungeheuren, gekrümmten Stosszähne gelten, welche in abwärts gehender Richtung im Unterkiefer sassen. Man hat nicht nur Zähne,

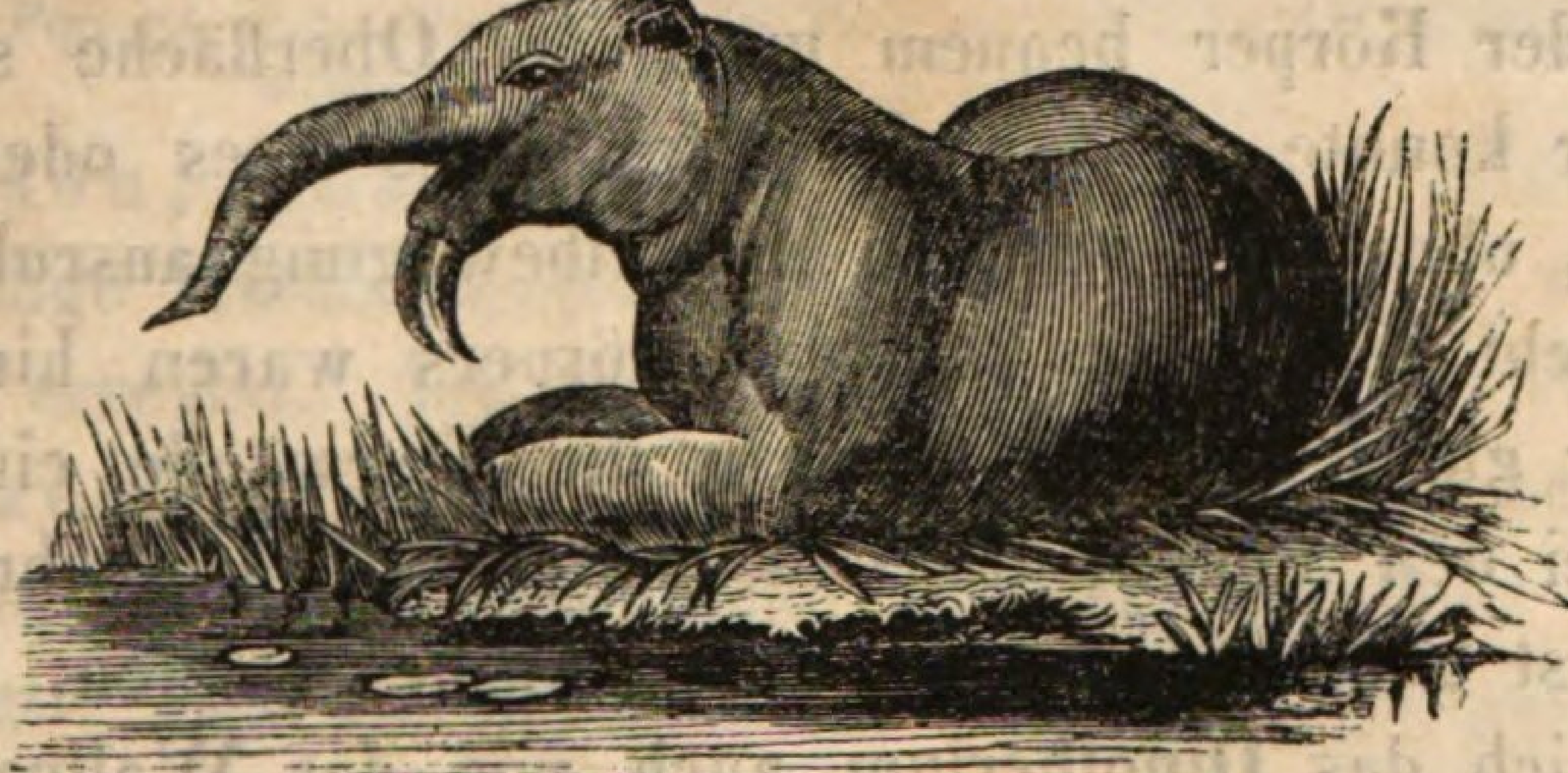


Fig. 20.

sondern einen beinahe vollständigen Schädel mit dem Unterkiefer aufgefunden. Zum Theil sind Reste der Art von Eisen so stark durchdrungen, dass sie sich überaus schwer zeigen. — Von drei oder vier Dinotherien-Arten, welche bekannt geworden, misst eine — und sie ist keineswegs die grösste — bei 15 Fuss Länge und hatte wenigstens 9 Fuss Höhe.

Es erscheint als eine mechanische Unmöglichkeit, dass eine fast vier Fuss lange Unterkinnlade, an ihrem Ende noch mit so gewaltigen Zähnen oder Hauern belastet, nicht im höchsten Grade unbequem für Landthiere gewesen sein müsse. Keineswegs würde der Nachtheil eintreten für Geschöpfe, bestimmt im Wasser zu leben, und die Lebensweise der Thiere aus der Familie des Tapirs, mit denen das Dinotherium am nächsten verwandt ist, macht es wahrscheinlich, dass es, gleich diesen, Süsswasserseen und Flüsse bewohnte. Unter solchen Umständen mochte das Gewicht der Hauer keine Beschwerde haben, da sie vom Wasser getragen wurden, und wenn wir annehmen, dass sie als Werkzeuge zum Aufscharren und Ausgraben der Wurzeln grosser Wasserpflanzen dienten, so vereinigten sie zugleich die mechanischen Vortheile einer Spitzhaue mit denen einer Egge, insofern ihre Kraft, wie bei einem solchen Werkzeuge, durch erschwerte Gewichte vergrössert ward. Das ungeheure Gewicht des Kopfes, welches auf die Zähne drückte, war daher zu den erwähnten Verrichtungen ganz geeignet, indem es die Kraft der Hauer bedeutend vermehrte. Die Fangzähne des Dinotheriums dürften ausserdem auch noch dazu gedient haben, den Kopf am Ufer festzuhalten, um so mit, über dem Wasser gehobenen, Nüstern ruhig und sicher während des Schlafes athmen zu können, während der Körper bequem unter der Oberfläche schwamm. Das Thier konnte so, an das Ufer eines Sees oder Flusses angelehnt, ohne die geringste Muskelbewegung ausruhen, denn das Gewicht des Kopfes und des Körpers waren hinreichend, die Hauer gleich einem Anker in die Uferwände einzukeilen, so wie bei den Vögeln das Gewicht des Körpers ihre Klauen fest am Ast geklammert hält, während sie schlafen. Vielleicht bediente sich das Dinotherium auch wie das Wallross seiner Hauer, um seinen Körper aus dem Wasser zu ziehen, oder

auch als Vertheidigungswerkzeuge. — Dinotherien-Gebeine kommen im Muschelsande vor, namentlich in dem sogen. Tegelgebilde. So unter andern besonders im Sande von Eppelsheim bei Alzey unfern Worms, und zwar hier zugleich mit Ueberbleibseln sehr vieler andern Säugethier-Arten; ferner in der Gegend von Wien, in Baiern und Frankreich, am Fusse der Pyrenäen, in Podolien und in der Krimm; Beweise, dass diese wunderbaren Geschöpfe einst verbreiteter gewesen, als man anfänglich wohl zu glauben geneigt war.

Wir haben nun zunächst andere Pachydermen zu betrachten, welche in frühern Erdperioden lebten, und die nicht mehr vorhanden waren, als der Mensch auftrat. Jahrhunderte können verstrichen sein, seit ihre Gebeine, umschlossen von Gesteinschichten, unter Meerestrümmern begraben lagen, und Mammute sich an der nämlichen Stelle herumtummelten. Von solchen untergegangenen Thiergeschlechtern hat man im Gypse bei Paris allein nachgewiesen: Palaeotherium, Anoplotherium,



Fig. 21. Anoplotherium gracile.

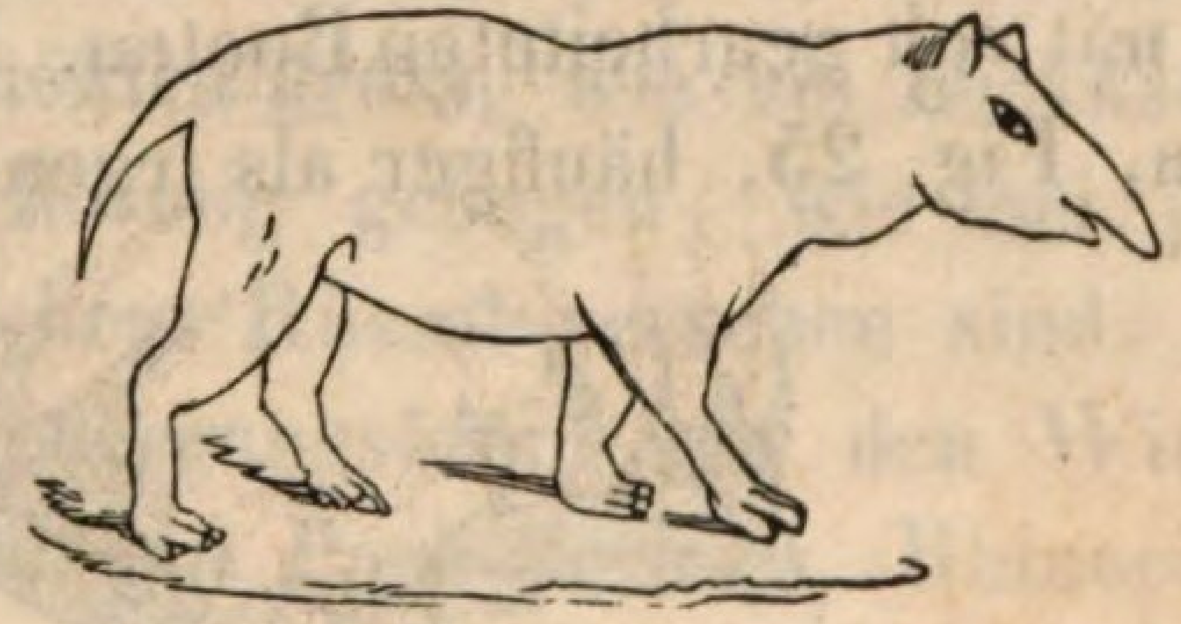


Fig. 22. Palaeotherium magnum.



Fig. 23. Palaeotherium minus.

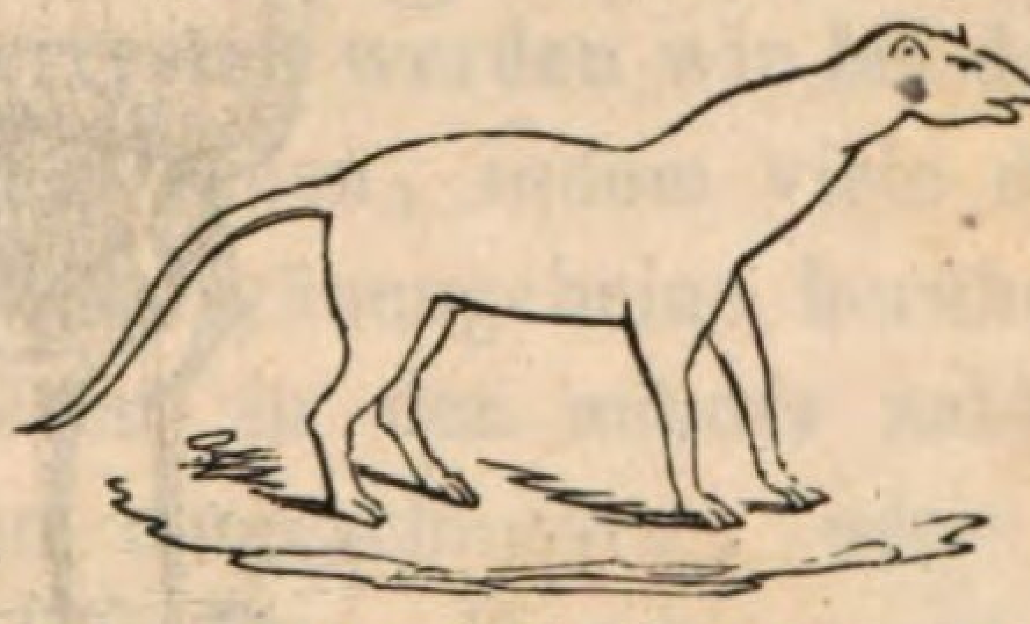


Fig. 24. Anoplotherium commune.

Lophiodon, Chaeropotamus, Adapis. Unerwartete, merkwürdige Entdeckungen, wie diese, mussten allgemeines Interesse erregen. Ich kann nicht umhin, einige Worte über das Palaeotherium oder „alte Wild," das bedeutet der Name, zu sagen, dessen Zähne und Knochen man am häufigsten findet. Bei Paris müssen sieben Spezien gelebt haben, deren grösste dem Pferde gleich kam. Es scheinen die Palaeotherien zwischen Nashorn und Tapir in der Mitte ge-

5*

standen zu haben. Auch an andern Orten, in und ausserhalb Frankreich, wurden Paläotherien-Gebeine getroffen. — Noch will ich hinzufügen, dass man am Montmartre vom Anoplotherium — „unbewaffnetes Thier,“ wegen der nicht hervorstehenden Eckzähne — ein fast vollständiges Gerippe ausgrub.

Unter denselben Verhältnissen wie Elephanten- und Rhinoceros-Reste, gemengt mit ihnen, kommen Zähne und andere Gebeine von Pferden in grosser Menge vor. Die Pferde der alten Welt waren den unsrigen sehr ähnlich, nur grösser. Vieles, was von Ueberbleibseln dieser Thiere im neuesten aufgeschwemmten Lande zu sehen ist, stammt indessen aus weit spätern Zeiten.

Von allen fossilen Resten wiederkäuender Thiere sind jene des Hirsches mit gigantischem Geweih die berühmtesten. Sie gehören einer ausgestorbenen Art an, die jedoch spät unterging, denn hier und da findet man die Ueberbleibsel zugleich mit roh gearbeiteten Booten. In Irland muss das Riesen-Elenn, Fig. 25, häufiger als irgendwo gewesen sein; aus dem



Fig. 25.

Boden eines nicht sehr grossen Obstgartens wurden im Verlauf von zwanzig Jahren die Gebeine von mehr als dreissig Thieren solcher Art ausgegraben und zwar ganz zufällig. Man hat Geweihe des Riesen-Elenn, an denen die äussersten Spitzen 12—14 Fuss auseinander standen.

Auch Gebeine von Ochsen sind besonders zahlreich. Heutigen Tages giebt es acht Ochsenarten, die vorzeitigen

waren auf drei beschränkt. Ihre fossilen Gebeine, wie solche in Deutschland, Italien, Sicilien und im nördlichen Amerika getroffen werden, weichen, die Grösse abgerechnet, wenig von den gegenwärtig noch lebenden ab. Eine der drei Arten oder Spezien steht dem, in den Wäldern Lithauens vorhandenen Auerochsen sehr nahe; eine zweite kommt mit unsern gewöhnlichen Ochsen am meisten überein; die dritte, wovon Hörner und Knochen in Amerika ausgegraben werden, hat die grösste Aehnlichkeit mit dem Bisamochsen.

Ueber eine Entdeckung aus neuester Zeit müssen wir noch einige Bemerkungen machen. Es ist die des Sivatheriums, wovon man einen Schädel am Fuss des Himalaya-Gebirges gefunden. Das Thier war ausgezeichnet durch seine Grösse — welche jener des Elephanten nahe kommt — und eine kurze dicke Gestalt; die Backenzähne sind denen der Wiederkäuer ähnlich; zwischen den Augen standen zwei Hörner, und wahrscheinlich hinter diesen noch zwei andere. Dagegen zeigen sich die Augenhöhlen gross, wie bei Dickhäutern und die Nasenbeine schnabelförmig gebogen, wie bei jenen unter ihnen, die mit beweglichem Rüssel versehen sind. Das Sivatherium bildet so eine Uebergangsform von den Wiederkäuern (Antilope, Giraffe) zu den Pachydermen (Rhinoceros, Tapir).

Von den Raubthierüberresten werden wir bei der Schilderung der Grotten oder Höhlen reden, indem viele derselben wegen ihrer zahllosen Bären- und Hyänengebeine berühmt sind.

Nagethier-Reste gehören zu den minder zahlreichen. Sie liegen in Gesteinschichten eingeschlossen, oder setzen, zugleich mit andern fossilen Knochen, Conglomerate eigener Art, die sogenannten Knochen-Breccien, zusammen. Gebeine eines grossen Bibers kommen im aufgeschwemmten Lande vor.

Endlich haben wir aus der, in mancher Beziehung merkwürdigen Ordnung der Faulthiere zweier gigantischer Geschöpfe zu gedenken, mit denen wir durch neuere Untersuchungen vertrauter wurden, nämlich des Megatheriums (d. h. wörtlich grosses Thier) und des Megalonyx. Jenes, das Riesen-Faulthier, mit einer Panzerrüstung versehen, hatte

kolossale Verhältnisse und war ausgezeichnet durch abenteuerliche Missgestaltung von Kopf, Beinen und Krallen. Solche

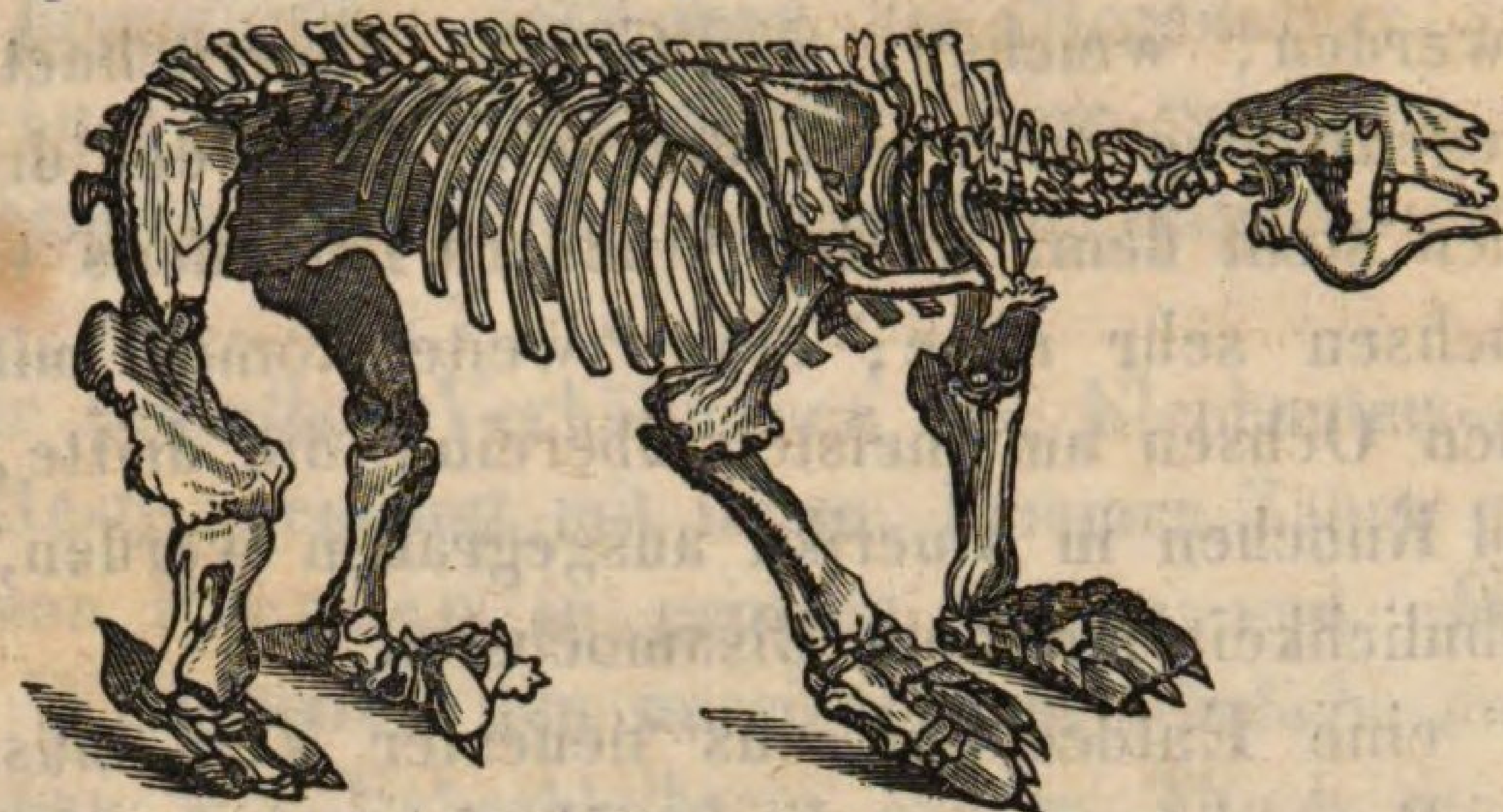


Fig. 26. Megatherium.

Geschöpfe erreichten 14 Fuss Länge und 8 Fuss Höhe; sie waren mithin grösser als unser Rhinoceros, dabei von gewaltiger Körperschwere und zum Klettern untauglich. Die Vorderfüsse, fast eine Elle lang und über einen Fuss breit, hatten Klauen, zum Graben und Scharren im Boden. Megatherien nährten sich von Wurzeln und Stängeln saftiger Pflanzen; der Bau ihrer 7 Zoll langen Zähne zeigt, dass sie zum Zermalmen von Vegetabilien recht eigentlich geschaffen waren. Man hat von dem Thiere viele einzelne Knochen, Becken, Schenkelbeine, Halswirbel, Klauen, und zwei beinahe vollständige, auch sehr gut erhaltene, Gerippe gefunden. Der knöcherne Panzer, womit die Thiere versehen waren, ist durch Lufteinwirkung meist zerfallen. — Megatherien-Ueberbleibsel liegen an gar manchen Orten im südlichen Amerika im lockern Boden von Thälern und Bergebenen, in sandigen Schichten der Pampas am Saladillo-Ufer; in Nordamerika kommen sie im aufgeschwemmten Lande und im Schlamme von Flüssen vor.

Die Reste des erwähnten andern Thieres, des Megalonyx, gehören einem untergegangenen Geschlecht an, welches gewisse Merkmale von Faulthieren, Gürtelthieren und von Ameisenfressern trug; man fand sie in Nordamerika, über 1500 Meilen entfernt von den Resten des Megatheriums. Wir sind jedoch mit den Verhältnissen des Megalonyx bei weitem nicht so vertraut, als mit denen des Megatheriums. Soviel ist indessen ausgemacht, dass zwei Arten bestanden; eine kleiner als das Megatherium, aber dennoch unsere grössten

schweizer und ungarischen Ochsen an Grösse übertreffend. Das Megalonyx nährte sich ebenfalls von Pflanzen. Die ersten Gebeine, theilweise zerstört, fand man mehre Fuss tief im Boden einer Höhle von West-Virginien; später wurden deren mehre, an einer andern Stelle, zugleich mit Mammutknochen ausgegraben.

Wir wenden uns nunmehr zu den

FOSSILEN SAURIERN.

In jenen fernen Zeitaltern, die während der Bildung der sogen. Flötzgebirge verflossen, spielten Reptilien aus der Ordnung der Saurier eine so grosse Rolle, dass wir der Geschichte und Organisation dieser merkwürdigen Ueberreste alter Schöpfungen, deren fossile Trümmer bis zu uns gelangten, einige Aufmerksamkeit schenken müssen. Wir werden zugleich zeigen, dass die Geologie mit Hülfe der vergleichenden Anatomie augenscheinliche Belehrung über die Struktur und Verrichtungen dieser ausgestorbenen Reptilienfamilien zu geben vermag. Sie befähigt uns nicht allein aus der Ergänzung der Skelette die äussere Form des Körpers zu bestimmen, sondern sie giebt uns auch Aufschluss über die Lebensweise und Sitten dieser Thiere, über ihre Nahrung und sogar über die Beschaffenheit ihrer Verdauungsorgane. Sie zeigt uns ferner ihre Beziehungen zu der damaligen Welt und zu den übrigen Formen des organischen Lebens, denen sie beigesellt waren.

Die Arten der fossilen Saurier sind so zahlreich, dass wir nur einige der merkwürdigsten zu wählen brauchen, um uns einen Begriff von dem vorherrschenden Charakter des thierischen Lebens in jenen Perioden zu machen, in denen die Reptilien die Hauptklasse unter den lebenden Wesen bildeten. In manchen Fällen erreichen sie eine, unter den lebenden Ordnungen dieser Klasse unbekannte, Grösse, welche diesem Mittelalter der geologischen Chronologie eigenthümlich gewesen zu sein scheint.

Während dieser Reptilien-Zeit waren weder die fleischfressenden noch die Sumpf-Säugethiere der Tertiärperiode vorhanden; die furchtbarsten Bewohner des Landes sowohl als

der Gewässer waren Krokodile und Eidechsen, von verschiedener Gestalt und oft riesenhaftem Bau, ganz dazu eingerichtet, das Ungestüm und die fortwährenden Erschütterungen der unbeharrlichen Oberfläche der damals noch jugendlichen Erde zu ertragen.

Zunächst an die Spitze der staunenswürdigen Entdeckungen, welche in Bezug auf die Familie der Saurier gemacht wurden, stellen wir die Ueberreste vieler ausserordentlicher Arten, welche sämmtlich Meeresbewohner waren und sämmtlich höchst auffallende Combinationen in ihrer Gestalt sowohl wie in ihrer Struktur zeigen, wodurch sie sich für eine von der der jetzt lebenden Reptilien verschiedene Lebensweise eigneten. Ihre Ueberreste kommen am häufigsten im Lias und in der Juraformation der Flötzgebirgsreihe vor. Es finden sich dort nicht allein krokodilartige, dem Gavial des Ganges am nächsten kommende Thiere, sondern in noch weit grösserer Anzahl riesenhafte Eidechsen, welche die damaligen Meer- und Flussmündungen bewohnten.

Einige der merkwürdigsten unter denselben sind, in Folge der theilweisen Aehnlichkeit ihrer Wirbel mit denen der Fische, in das Genus Ichthyosaurus (Fisch-Eidechse) gebracht worden. Betrachten wir sie in Beziehung auf ihre Bewegungsfähigkeit und auf die Angriffs- und Vertheidigungsmittel, welche ihnen ihr ausserordentlicher Bau verlieh, so finden wir Combinationen von Formen und organischen Einrichtungen, wie sie gegenwärtig nur zerstreut in verschiedenen Klassen und Ordnungen der lebenden Wirbelthiere, nicht aber in einem und demselben Genus zusammen vorkommen. So vereinigt dasselbe Individuum die Schnauze des Meerschweins mit den Zähnen des Krokodils, den Kopf einer Eidechse mit den Wirbeln eines Fisches, und das Brustbein eines Schnabelthiers mit den Flossen eines Wallfisches. Seiner äussern Gestalt nach kam der Ichthyosaurus den jetzigen Meerschweinen und Delphinen wohl am nächsten. Er hatte vier breite Füsse oder Ruder und endigte in einen langen und mächtigen Schwanz. Die grössten dieser Reptilien müssen eine Länge von mehr als dreissig Fuss gehabt haben.

Man kennt sieben oder acht Spezies des Genus Ichthyosaurus, die sämmtlich in der allgemeinen Anlage ihres Baues mit einander übereinstimmen, so wie die Eigenthümlichkeit gewisser Organe ganz ihren Gewohnheiten und ihrer Lebensweise entsprach.

Die Augen übertrafen die aller jetzt lebender Thiere an Grösse, weshalb sie eine bedeutende Sehkraft gehabt haben müssen. Die Ausdehnbarkeit der Kiefern muss ungeheuer gewesen sein; ihre Länge betrug bis sechs Fuss und ohne Zweifel stand die Gefrässigkeit der Thiere im Verhältniss zu ihren Zerstörungskräften. Da sie sich einem häufigen Verlust der Zähne aussetzten, so fand sich zur beständigen Erneuerung derselben ein hinreichender Vorrath Keime in den beiden Kiefern. — Die Wirbelsäule bestand aus mehr als hundert Wirbeln, die denen der Fische glichen, indem sie hohl waren, so dass das Thier auf eine schnelle Bewegung im Wasser eingerichtet war.

Die Thiere müssen gesellig, jedoch nur im Meere gelebt haben; im Meere vermochten sie sich sehr rasch zu bewegen, während sie, geriethen sie zufällig ans Land, unbehülflich und unbeweglich gleich Delphinen und Wallfischen liegen mussten. Ueber die Bekleidung der Ichthyosauren sind die Naturforscher nicht ganz im Klaren.



Fig. 27.
Ichthyosaurus.

Zur Kenntniss der Nahrungsart der Thiere tragen ihre fossilen Excremente, die sogen. Coprolithen bei, die zuerst da entdeckt wurden, wo ganze Gerippe lagen, übrigens auch zerstreut im Gestein vorkommen, oder in grossen Mengen beisammen. Sie sind mitunter verhältnissmässig ungeheuer gross, länglichrund, grau, auch schwarz von Farbe und muschlig im Bruch. Sie sind sehr hart, so dass sie mit dem umschliessen-

den Gestein zu Tischplatten verarbeitet werden können; gewiss eine seltsame Anwendung von Saurier-Unrath. — Diese Coprolithen nun enthalten Schuppen, Gräthen, Zähne und Knochen verschiedener Fische, Wirbel und andere Gebeine kleinerer Ichthyosauren und Reste sepienartiger Geschöpfe.

Der Plesiosaurus (wörtlich „der Eidechse ähnlich"), Fig. 28, ein dem obigen nahe stehendes Thier, aber nicht so furchtbaren Aussehens wie jenes, erreichte mitunter eine Länge von 27 Fuss. In ihnen findet man die Formen der Ichthyosauren gleichsam mit denen der Krokrodile und Eidechsen verschmolzen. Ein sehr kleiner Kopf ist mit einem ausserordentlich langen schlangenartigen Halse verbunden. Die Thiere waren bei weitem nicht so kräftig gebaut, wie Ichthyosauren; ihre Gestalt nicht im gleichen Grade zum Schwimmen geeignet, obwohl die Flossenfüsse länger waren. Zum Leben auf dem Lande waren sie eben so wenig geeignet als die Ichthyosauren, jedoch schwammen sie nicht so gut wie diese und dürften sich meist im seichten Wasser, in flachen, vor heftigen Brandungen gesicherten Buchten aufgehalten und in der Nähe der Ufer, zwischen Schilf im Hinterhalte, auf ihre Beute gelauert haben. Vermuthlich bewegten sich die Plesiosauren wie Schwäne auf dem Wasserspiegel, zogen ihren langen Hals zusammen, bogen ihn zurück und senkten ihn, um Fische zu haschen, abwärts. — Coprolithen kennt man von Plesiosauren nicht, jedoch weisen der kleine Kopf und der enge Hals darauf hin, dass jene Geschöpfe nicht von grossen Thieren lebten. — Man findet Ichthyosauren- und Plesiosauren-Reste in den Schichten der Juragruppe in England, Frankreich, in Schwaben und Franken.

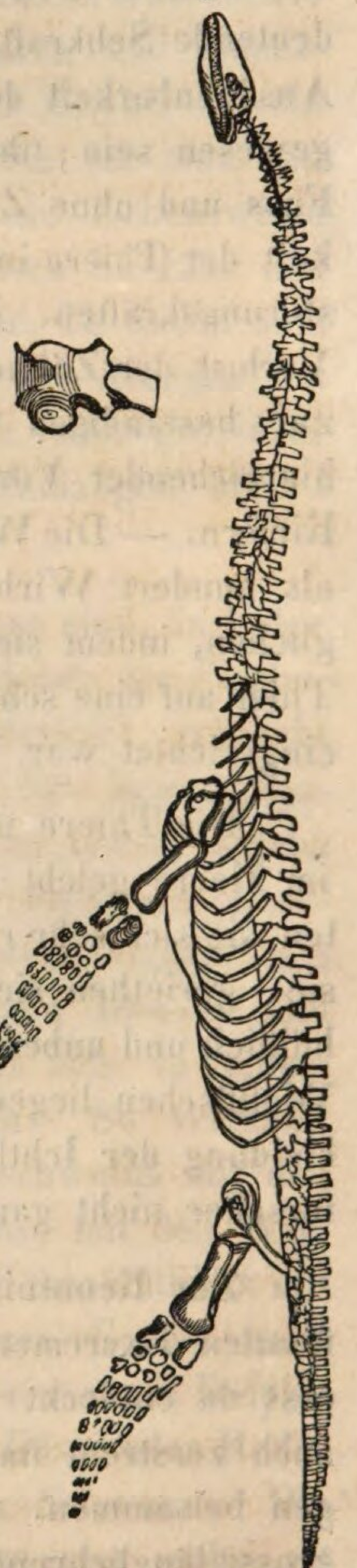


Fig. 28.

Der Mososaurus oder Mosaesaurus, lange unter dem Namen des grossen

Thiers von Maestricht bekannt, indem er sich in der Nähe dieser Stadt in einem kalkigen Quaderstein, der den jüngsten Kreideschichten angehört, findet, war sowohl Krokodilen als Eidechsen, jedoch den letztern näher, verwandt. Die gefundenen Köpfe waren etwa 3¾ Fuss lang, woraus zu schliessen, das monströse Thier müsse etwa 24 Fuss lang gewesen sein. Auch in England und in Virginien fanden sich Reste von demselben.

Ein anderes Geschlecht ungeheurer Eidechsen, ein Riesenthier von schwerfälligem Bau, fand man, fast als ein ganzes Gerippe, in dem Wealdgebilde des südlichen Englands und auf der Insel Wight. Wegen der Form der Zähne, welche denen des Leguan ähneln, nannte man das Thier Iguanodon. Der englische Geolog Mantell berechnet seine Länge zu 70 Fuss. Die Wirbelkörper von auffallend viereckigen Querschnitten zeigen sich grösser als bei Elephanten; ein Knochen, muthmasslich das Mittel-Fussbein der linken grossen Zehe, wog 6 Pfund.

Das Megalosaurus („grosse Eidechse") war, wie schon der Name andeutet, ebenfalls eine bedeutend grosse Eidechse, deren Reste in dem Oolithschiefer bei Oxford und in der Wealdformation von Tilgate-Forest gefunden wurden. Aus der Vergleichung der Grösse der Knochen mit dem Skelett der lebenden Eidechsen folgerte Cuvier, dass das Thier eine Länge von 40 bis 50 Fuss erreichte und die Struktur des Krokodils und Monitors zugleich theilte; endlich dass das Thier hauptsächlich auf dem Lande lebte. Aus der Form der Zähne, Fig. 29, folgt, dass es im hohen Grade fleischfressend war.



Fig. 29.

Der Pterodactylus, ein geflügeltes Reptil, gehört zu den merkwürdigsten Ergebnissen der Forschungen der Geologie, indem es durch seine seltsame Form unter allen bis jetzt unter den Trümmern der frühern Erde aufgefundenen

Wesen ausgezeichnet ist. Man hat acht Arten davon unterschieden, von denen die Gattung Pt. crassirostris in Fig. 30 abgebildet ist. Sie hatten, gleich den meisten Vögeln,



Fig. 30. Pterodactylus crassirostris.

einen langen Hals und Kopf und einen verhältnissmässig kurzen Körper. Ihre Länge wechselte von 1½ bis 3½ Fuss; bei ausgebreiteten Flügeln betrug ihr Mass 1½ bis 10 Fuss. Die ganze Einrichtung des Flug-Apparates dürfte wesentlich verschieden gewesen sein von jenem der Vögel und Fledermäuse. Pterodactylen bewegten sich, in der Luft schwebend, vermittelst kräftiger Flügel, deren jeder vorzugsweise durch einen sehr verlängerten Finger beider Vorderfüsse unterstützt wurde. Die zwei Hinterfüsse zeigen Zehen gewöhnlicher Art. Ohne Zweifel lebten sie auf dem Lande, in der Luft, am Ufer grösserer Seen oder an der Meeresküste. Die Bedeckung der Thiere war ein Pelz von weichen, fast Zoll langen Haaren.

Die gewöhnliche Stellung der Thiere im Ruhezustande war die sitzende, etwa wie Eichhörnchen, auf den Hinterfüssen, den Hals rückwärts gebogen, um den ungeheuren Kopf im Gleichgewicht zu erhalten. Auf ebener Erde mussten sie sich nur mühsam fortschleppen können; dagegen dienten die hackenförmigen Krallen der Zehen, um an Bäumen und

Felsen sich festzuklammern und an steilen Wänden hinaufzusteigen. Vermuthlich ernährten sie sich von Insecten, die sie im Fluge haschten, so wie von Fischen, welche an die Wasseroberfläche kamen. Jedoch waren den sonderbaren Thieren nur beschränkte Wohnstätten angewiesen, auch scheinen sie nicht in grosser Zahl gelebt zu haben. Man hat ihre Reste bei Stonesfield in England und bei Solenhofen in Baiern gefunden.

Mit Krokodilen verwandte fossile Saurier. — Die fossilen Reptilien aus der Familie der Krokodile weichen nicht so sehr von den lebenden Gattungen ab, dass eine besondere Beschreibung derselben erforderlich wäre. Nichtsdestoweniger ist aber ihr Vorkommen im fossilen Zustande von hoher Wichtigkeit, insofern wir daraus lernen, dass während mannigfache Formen der Wirbelthiere, in Folge der successiven geologischen Veränderungen, welche die Erdoberfläche umgestalteten, nach einander geschaffen und wieder vertilgt wurden, andere hingegen diese Umwälzungen überlebten und bis jetzt die Haupt-Grundzüge beibehielten, die sie bei ihrem Erscheinen darboten.

Als die Krokodile auftraten, waren die vollkommensten unter den lebenden Geschöpfen Reptilien und von allen andern Wirbelthieren existirten nur noch Fische. Die Raubreptilien der damaligen Zeit müssen sich daher hauptsächlich von letztern ernährt haben und wenn es nun jetzt solche Krokodile giebt, die von Fischen leben, so darf man erwarten, dass sie der Form nach den ausgestorbenen Gattungen am nächsten kommen. In der That sehen wir bei dem Gavial des Ganges einen schmalen länglichen Schnabel, der ganz zum Fischfang eingerichtet ist, während die breitnasigen Krokodile und Alligatoren durch ihre kürzere und stärkere Schnauze in den Stand gesetzt sind, die Säugethiere zu erhaschen und zu verschlingen, die sich in die Nähe der Flussufer wagen. Da aber in der Flötzgebirgsperiode kaum einige Säugethiere existirten, während dagegen die Gewässer mit Fischen angefüllt waren, können wir schon a priori annehmen, dass, wenn damals Krokodile lebten, sie am meisten Aehnlichkeit mit dem heutigen Gavial gehabt haben mögen. Auch hat man bis jetzt in der Kreide sowohl, als in den vorhergehenden Formationen

nur Gattungen mit verlängertem Schnabel gefunden, während die wahren Krokodile mit kurzer und breiter Schnauze, wie der Kaymann und der Alligator, zuerst in den Schichten der tertiären Periode vorkommen, wo auch Säugethier-Ueberreste häufig sind. — Während dieser langen Perioden der Entwickelung von Sumpfsäugethieren, in denen nur wenige der jetzigen Landraubthier-Gattungen existirten, scheint die wichtige Aufgabe, die allzugrosse Vermehrung der pflanzenfressenden Wasserthiere zu verhindern, den Krokodilen, deren Charakter und Lebensweise sich sehr gut dazu eignete, überlassen gewesen zu sein.

FOSSILE SCHILDKROETEN ODER TESTUDINATEN.

Die Chelonier oder Schildkröten der Jetztwelt zerfallen in vier Familien, von denen eine im Meere, zwei in Süsswasserseen und Flüssen und eine vierte auf dem trocknen Lande lebt. Da die Bewegungen dieser Thiere im Allgemeinen langsam und träge sind, so sorgte die Natur für ihre Vertheidigung dadurch, dass ihr Körper von einem doppelten Schilde umgeben ist, der sich durch die Erweiterung der Wirbel, Rippen und des Brustbeins zu einem breiten knöchernen Gehäuse umgestaltet, eine Eigenthümlichkeit, die den Hauptcharakter dieser Ordnung ausmacht.

Die Reste von Schildkröten beginnen mit der Juragruppe und gehen durch die neuen Bildungen hindurch, und es findet eine generische Verwandtschaft dieser fossilen Gattungen aus verschiedenen geologischen Epochen mit den jetzt lebenden statt.

Landschildkröten-Reste sind selten; man kennt nur einige Beispiele aus ganz neuen Bildungen. Hingegen hat man neuerlich in Schottland eigenthümliche, in der Geschichte der organischen Ueberreste bis dahin einzige Beweise von der Existenz mehrer Arten dieser Reptilien während der Periode der bunten Sandsteinformation entdeckt. — Es ist nämlich nichts Ungewöhnliches, auf der Oberfläche dieses Sandsteins Spuren zu finden, welche die Gegenwart kleiner Crustaceen oder anderer Meerthiere, zur Zeit, als die Masse noch als roher Sand auf dem Meeresboden lag, beurkunden. Schiefrige Sandsteine zeigen auch häufig kleine Erhabenheiten, ähnlich denen, welche

die Wellenbewegung der Gewässer auf dem Sand erzeugt. Warum sollten dieselben Ursachen, welche diese häufigen wellenförmigen Anschwellungen erhalten haben, nicht eben so gut einige Fusstapfen von Thieren auf dem Sandstein erhalten haben können, um so mehr, da es zu ihrer Erhaltung hinreichte, dass sie mit einer weitern Erdlage überdeckt wurden, ehe die folgenden Bewegungen des Wassers sie verwischen konnten. Diese Eindrücke in Dumfriesshire laufen in auf- und absteigender Richtung, wie quer über die Oberfläche der Schichten, die gegenwärtig unter einem Winkel von 38° geneigt sind.

So zahlreich diese Fusstapfen in den weiten Steinbrüchen von Corn Cockle Muir sind, so hat man doch bis jetzt noch kein Knochenfragment von den Thieren auffinden können, von denen sie herrühren, ein Umstand, der sich vielleicht dadurch erklären lässt, dass sich der kieselige Sandstein nicht zur Erhaltung organischer Ueberreste eignet. Dennoch lässt sich aus den Fusstapfen allein auf die Existenz und den Charakter der Thiere, von denen sie herrühren, folgern.

Wir wollen hier noch einige Bemerkungen über andere Thierfährten machen, die ebenfalls im bunten Sandstein, in den Hessberger Steinbrüchen, am Gehänge des Thüringer Waldes, 16 bis 18 Fuss unter der Oberfläche, vorkommen und die aller Wahrscheinlichkeit nach von Beutelthieren herrühren. Diese Fährten sind in Fig. 31 dargestellt. Das Thier ist



Fig. 31.

Cheirotherium benannt worden. — An den Ufern des Connecticut in der nordamerikanischen Landschaft Massachusetts fand man deutliche Eindrücke und Reliefs von Vögelfüssen im rothen Sandstein. Stellenweise, besonders da, wo das Gestein schiefrig ist, sind die Spuren sehr gehäuft. Einige Aehnlichkeit haben die ganz neuerlich bei Pölzig unweit Weissenfels an der Saale, ebenfalls im bunten Sandstein gefundenen Fährten, auch fand man solche von Hirschen im Kalktuff neuer Bildung, wenige Fuss unter der Oberfläche, unweit Göttingen. Endlich sind auch die Spuren im bunten Sandstein bei Storeton

am Mersey in Cheshire, von dem in Fig. 32 dargestellten



Fig. 32.

merkwürdigen froschartigen Thier, dem Labyrinthodon zu erwähnen.

DIE FOSSILEN FISCHE,

zu denen wir uns nun wenden, bilden einen Hauptzweig der Paläontologie, der jedoch erst in neuester Zeit durch den Schweizer Naturforscher Agassiz ausgebildet worden ist. Da ein sehr beträchtlicher Theil unserer Erdoberfläche unter Wasser gebildet worden ist, so lässt sich schon im Voraus erwarten, dass sich Spuren früherer Fische überall finden werden, wo Ueberreste von meerbewohnenden Muscheln, Glieder- und Strahlthieren vorkommen. Einige Lokalitäten waren von jeher berühmt als Niederlagen fossiler Fische; dahin gehören: die Steinkohlenformation von Saarbrück, der Kupferschiefer von Mannsfeld in Thüringen, der lithographische Stein von Solenhofen, der dichte blaue Schiefer von Glarus, der Kalkstein vom Monte Bolca bei Verona, der Mergel von Gningen in der Schweiz und von Aix in der Provence.

Man kennt bereits über 1500 Arten fossiler Fische und es ward dadurch ein neues umfassendes Licht auf den Zustand der Erde während jeder der grossen Perioden ihrer Entwickelungsgeschichte geworfen. Man wurde in den Stand gesetzt, eine ganze Klasse von Thieren aus einer so wichtigen Abtheilung, wie die Wirbelthiere, durch die ganze Reihe der geologischen Formationen hindurch zu verfolgen, und Vergleiche anzustellen zwischen ihrem verschiedenen Verhalten in allen Epochen der Erdgeschichte.

Das von Agassiz auch auf die fossilen Fische angewendete System geht von dem Charakter der äussern Bedeckung oder der Schuppen aus. Dieser Charakter ist ein so sicherer und so beständiger, dass oft eine einzige Schuppe hinreicht,

das Geschlecht und sogar die Spezies des Thiers, von dem sie herrührt, zu bestimmen, gerade so wie gewisse Federn dem geübten Ornithologen Genus und Spezies eines Vogels zu erkennen geben. Einen besondern Vortheil gewähren die Schuppen bei Eintheilung und Erkennung der fossilen Fische, da sie, wegen des Schmelzes, der sie überzieht, weit besser erhalten sind, als die kalkhaltigen innern Knochen, und die Fälle sind häufig, wo alle Schuppen und die ganze Gestalt der Fische vollkommen erhalten gefunden werden, während die Knochen innerhalb gänzlich verschwunden sind.

Nach Agassiz zerfallen die fossilen Fische in folgende vier Ordnungen:

1. Placoiden (d. h. Fische mit breiten Platten), welche dadurch charakterisirt sind, dass ihre Haut unregelmässig mit Schmelzplatten bedeckt ist. Diese erreichen oft eine beträchtliche Grösse und sind bisweilen auch auf kleine Punkte reducirt, wie der Chagrin mancher Haifische und die stacheligen, zahnähnlichen Höcker auf der Haut der Rochen, wie Fig. 33



Fig. 33.

zeigt. Sie begreift, mit Ausnahme der Störe, alle Knorpelfische. Die emaillirten stacheligen Tuberkeln auf der Haut der Haifische und Hundshaie sind allgemein bekannt durch den Gebrauch, den man davon zum Raspeln und Poliren des Holzes macht und weil man daraus den Chagrin bereitet.

2. Ganoiden (d. h. Glänzende, wegen der glänzenden Oberfläche ihres Schmelzes). Diese sind durch eckige Schuppen aus hornartigen oder knöchernen, mit einer dicken Schmelzschicht bedeckten Platten zusammengesetzt. Fig. 34 zeigt eine solche Schuppe. Es gehören zu dieser Ordnung die Störe,



Fig. 34.

die mehr als 60 Gattungen begreift, von denen 50 ausgestorben sind.

3. Ctenoiden (d. h. Kammförmige). Ihre Schuppen sind am hintern Rande wie ein Kamm gezähnelt und gezackt und bestehen aus Horn- oder Knochenplatten, haben aber keinen Schmelz. (Siehe Fig. 35.) Der Barsch liefert ein bekanntes Beispiel von solchen Schuppen.

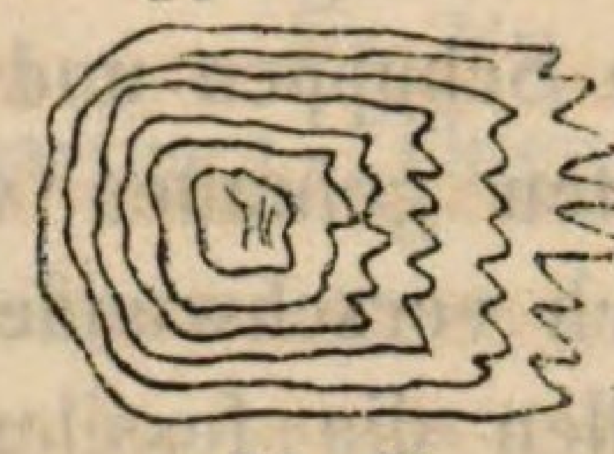


Fig. 35.

4. Cycloiden (d. h. Kreisförmige). Die Familien dieser Ordnung haben glatte, am Rande einfache Schuppen (siehe Fig. 36), die oft mit verschiedenen Figuren auf der Oberfläche verziert und aus hornartigen oder knöchernen Platten ohne Schmelz zusammengesetzt sind. Beispiele davon sind der Häring und der Salm.



Fig. 36.

Jede dieser Ordnungen begreift sowohl Knorpel- als Knochenfische; die Repräsentanten jeder Ordnung herrschten in verschiedenen Verhältnissen, während verschiedener Epochen vor. Vor dem Anfang der Kreideformation waren die zwei ersten allein vorhanden; die dritte und vierte Ordnung, welche drei Viertel von etwa 8000 jetzt bekannten Spezies lebender Fische ausmachen, erschienen zum ersten Male in der Kreide, als beinahe sämmtliche vorangehende fossile Geschlechter der zwei ersten Ordnungen ausgestorben waren.

Als allgemeines Resultat der gemachten Beobachtungen ergiebt sich, dass die fossilen Fische in den jüngsten tertiären Ablagerungen am meisten den lebenden Spezies und Geschlechtern sich nähern, und dass sie mehr und mehr davon abweichen, je älter die Schichten sind, in denen sie vorkommen. Die der mittlern Periode sind durch ganz besondere Veränderungen im ichthyologischen Leben ausgezeichnet. Ueberhaupt

scheint es, dass alle grossen Veränderungen im Zustande der fossilen Fische mit denjenigen gleichzeitig waren, welche auch die andern Klassen der fossilen Thiere und Pflanzen und ebenso das Mineralreich betrafen.

Es scheint, dass die Charaktere der fossilen Fische nicht, wie bei so vielen Zoophyten und Testaceen, nur unmerklich von einer Periode zur andern abweichen, noch dass dieselben Geschlechter und Familien durch verschiedene grosse Formationen hindurch sich behaupten. Man bemerkt im Gegentheil plötzliche Veränderungen an gewissen Punkten der senkrechten Schichtenreihe, wie bei den fossilen Reptilien und Säugethieren. Keine einzige Spezies von fossilen Fischen ist bisher gefunden worden, die entweder zwei grossen geologischen Epochen gemein wäre oder in den jetzigen Meeren lebend vorkäme. — Agassiz's Untersuchungen haben bereits schon zu wichtigen geologischen Thatsachen geführt, und mehren Formationen, deren Alter und Stellung durch andere Charaktere nicht ausgemittelt werden konnte, wurde, durch die Kenntniss der fossilen Fische, die sie einschliessen, ihr endlicher Platz angewiesen.

Wir finden, dass die Klasse der Fische, sowohl die Knochen- als die Knorpelfische, von Anbeginn des Lebens bis jetzt, durch alle geologischen Perioden hindurch vorherrschte. Die Aehnlichkeit der Zähne, Schuppen und Knochen der frühesten Sauroiden mit denen des lebenden Lepidosteus und die Verwandtschaft der Zähne und Stacheln des einzigen lebenden Cestracionten mit den vielen ausgestorbenen Formen dieser Haifisch-Familie in den Steinkohlen- und übrigen Flötzformationen verbinden die äussersten Glieder dieser grossen Abtheilung der Wirbelthiere durch eine einzige ununterbrochene Kette und bilden daraus ein gleichartiges Ganzes, wie wir bisher noch keins in dem ganzen Feld der geologischen Untersuchungen nachweisen konnten.

Die Geschichte der fossilen Fische lehrt uns, dass diese wichtige Klasse des Thierreichs schon in den frühesten Zeiten der Belebung unseres Planeten dieselben Verschiedenheiten und Abstufungen in ihrer Struktur zeigte, wie gegenwärtig, und dass ihr stets dieselben Verrichtungen in dem allgemeinen Haushalt der Natur angewiesen waren, wie ihren gegenwärtigen

Stellvertretern in unsern Meeren, Seen und Flüssen. Der Hauptzweck ihres Daseins scheint daher zu allen Zeiten ein gleicher gewesen zu sein: nämlich die Gewässer mit der grösstmöglichen Mannigfaltigkeit von animalischem Leben zu bereichern.

Die vermeintliche Oede und Einsamkeit in den Tiefen des Oceans existirt einzig und allein in den Fictionen dichterischer Einbildung. Die grosse Masse der Gewässer, welche beinahe drei Viertel unserer Erdoberfläche einnehmen, sind vielleicht im reichern Masse als die Luft und die Erde mit Leben ausgestattet; und der Boden des Meeres, soweit er den Lichtstrahlen zugänglich ist, ernährt zahllose Scharen von Würmern und kriechenden Geschöpfen, welche die niederen Familien unserer Landthiere repräsentiren.

Die Schöpfung scheint jeder Zeit die Vervielfältigung des Lebens beabsichtigt zu haben. Und da die thierische Nahrung hauptsächlich dem Pflanzenreiche entnommen wird, so ist der Boden des Oceans mit einer unterseeischen Vegetation geschmückt, gleich wie auf der Oberfläche des trocknen Landes üppiges Gras und stattliche Waldungen wuchern. Auf beiden wird die allzu grosse Ueberhandnahme der pflanzenfressenden Gattungen durch die Raubthiere in Schranken gehalten; und das allgemeine Resultat ist und war zu jeder Zeit die Vermehrung des thierischen Lebensgenusses in der grösstmöglichen Zahl von Individuen.

Die Unzulässigkeit der Lehre von der allmäligen Entwickelung und Verwandlung der Arten lässt sich nirgends deutlicher nachweisen, als gerade in der Klasse der Fische. Die Sauroiden nehmen eine höhere Stelle in der Stufenleiter der thierischen Organisation ein, als die gewöhnlichen Formen der Knochenfische; nichtsdestoweniger finden wir riesenmässige Geschlechter von jenen in den Steinkohlen- und in den spätern Flötzformationen, während sie in der Tertiärzeit allmälig verschwinden, durch unvollkommenere Formen ersetzt werden und in der Jetztwelt nur zwei Geschlechter aufzuweisen haben.

In diesen, wie in andern Fällen scheint im Gegentheil eine r ü c k s c h r e i t e n d e Entwickelung von den zusammen-

gesetzten Formen zu den einfachern stattgefunden zu haben. Einige der frühern Fische vereinigen in einer einzigen Spezies Charaktere, welche in spätern Perioden getrennt, in verschiedenen Familien vorkommen, und scheinen daher diese Veränderungen auf eine Verzweigung oder vielmehr auf eine Schmälerung des Vollkommenen, eher als auf ein Hinzufügen zum Unvollkommenen hinzuweisen. Kurz in keinem Reiche der Natur möchte es schwieriger sein, die aufeinander folgenden Veränderungen, welche die Geologie in der Geschichte der organischen Welt nachweist, ohne die Annahme wiederholter und directer Schöpfungen zu erklären.

Wir wenden uns nunmehr zu einer ganz andern Klasse von Erscheinungen, nämlich zu den

FOSSILEN RESTEN DER MOLLUSKEN,

und zwar zuvörderst zu den

FOSSILEN UNIVALVEN UND BIVALVEN.

Zu der Belehrung über den anatomischen Bau der zahlreichen Geschlechter ausgestorbener Mollusken stehen uns nur sehr wenige Mittel zu Gebote. Ihr weicher, leicht zerstörbarer Körper ist meist ganz verschwunden; nur ihre äussern Schalen und, in einigen wenigen Fällen, ein innerer Apparat von ähnlicher Natur wie die Schale, sind die einzigen Zeugen des einstigen Daseins von Myriaden dieser, die alten Gewässer bewohnenden Geschöpfe. — Die dauerhafte Beschaffenheit der kalkigen Gehäuse dieser Thiere hat uns jedoch in den Stand gesetzt, das Studium der fossilen Schalen zu einer ebenso umfassenden Wissenschaft zu erheben, als die Kenntniss der lebenden Conchylien. Wir können hier nur einige allgemeine Bemerkungen machen.

Schon in den ältesten Schichten der Grauwackenformation, wo die ersten Spuren des organischen Lebens vorkommen, finden wir viele und mannigfaltige Formen von Univalven, d. h. einschaligen und von Bivalven oder zweischaligen Muscheln, untermengt mit zahlreichen Ueberresten von Gliederthieren und Strahlthieren. Viele dieser Schalen stimmen so sehr mit lebenden Arten überein, dass wir daraus schliessen dürfen, dass sie zu denselben Verrichtungen dienten, und dass sie von

Thieren von ähnlicher Form und Lebensweise, wie die, welche die heutigen Schalen bauen, bewohnt wurden.

Die Thiere sämmtlicher gewundenen einfachen Schalen sind Mollusken aus einer höhern Ordnung, als die der Bivalven (Conchiferen); sie haben einen Kopf und Augen. Diesen hingegen mangeln jene wichtigen Körpertheile und sind kaum mit andern Sinnen als mit Tast- und Geschmacksinn begabt. So ist z. B. die gemeine Weinbergsschnecke ein vollkommeneres Thier, als das zwischen den beiden Schalen einer Miesmuschel oder Auster eingeschlossene.

Man unterscheidet bei der Ordnung der Trachelipoden, d. h. mit Füssen am vordern Theil des Körpers versehenen Schnecken, pflanzen- und fleischfressende und letztere lassen sich wieder in zwei Familien abtheilen, je nachdem sie zu ihrer Ernährung lebende Geschöpfe ergreifen und tödten, oder todte Körper verzehren, nach Art der Hyänen und Geier, welche beide auch vorzüglich von todten Thieren leben. Dieselbe Einrichtung der Natur, wonach die Leichen der pflanzenfressenden Landthiere die Beute zahlreicher Raubthiere, und auf die Weise schneller aus dem Wege geschafft werden, scheint also auch bei den unterseeischen Bewohnern der ältesten sowohl wie der jetzigen Meere vorzuherrschen, und somit dient stets der Tod eines Geschlechts zur Nahrung und zum Lebensunterhalt eines andern.

Sämmtliche gewundene Univalven der ältern Gebilde von dem Grauwackenkalk bis zum Lias gehören zu den grasfressenden Geschlechtern und es erstreckt sich die Klasse der Pflanzenfresser durch alle Lager der geologischen Formationen und hat auch in den heutigen Meeren zahlreiche Repräsentanten aufzuweisen. Dagegen sind die Schalen der fleischfressenden Meerunivalven sehr zahlreich in den Tertiärschichten, während sie in den Flötzschichten, von der Kreide abwärts bis zum untern Jura sehr selten sind; tiefer hat man noch keine Spur davon entdeckt.

Die Sammler finden öfters an der Meeresküste zahlreiche Schalen, in denen die Raubmuscheln kleine kreisförmige Löcher gebohrt haben, um sich auf diese Weise ihre Nahrung auf Kosten des eingeschlossenen Thieres zu verschaffen; ähnliche

Löcher finden sich auf vielen fossilen Schalen der Tertiärgebilde, in welchen Schalen von fleischfressenden Trachelipoden ebenfalls sehr häufig sind; hingegen sind derartige Löcher sehr selten auf den fossilen Schalen der ältern Formationen. Im Lias und den darunter liegenden Formationen giebt es weder Durchlöcherungen noch Schalen mit gekerbter Oeffnung, wie die der bohrenden fleischfressenden Arten.

Werfen wir nun einen Blick auf die fossilen Ueberreste nackter Mollusken, auf die Federn und Dintensäcke von Loligo. — Der gemeine Dintenfisch und andere lebende Cephalopoden (d. h. solche Mollusken, welche Füsse um den Kopf herum haben), die mit keiner äussern Schale versehen sind, besitzen zum Schutz gegen ihre Feinde einen blasenförmigen, mit einer schwarzen und dicken Dinte angefüllten Sack. Wird dieselbe ausgespieen, so trübt sie das Wasser rund umher und verbirgt auf diese Weise das Thier.

Kaum zu erwarten ist die Erhaltung einer so zarten Flüssigkeit unter den versteinerten Ueberresten einer frühern Welt und doch findet man im Lias von Lyme Regis in England zahlreiche fossile Dintensäcke, die gerade so unversehrt erhalten sind, als wenn sie von lebenden Körpern herrührten, so dass die Dinte oder Sepia zum Malen angewendet werden konnte und sich als treffliche Farbe erwies. Diese Säcke wurden in Gesellschaft von hornigen Körpern, ähnlich den Federn des lebenden Loligo gefunden, die so vollkommen erhalten waren, dass es leicht ist, ihre innere Struktur mit der der heutigen Loligo-Federn zu vergleichen. Man gelangt auch hier zu demselben Resultat wie bei so vielen andern organischen Resten, nämlich, dass, wenn auch die fossilen Spezien gewöhnlich von den lebenden abweichen, dennoch bei allen verwandten Geschlechtern und oft durch ganze Familien hindurch dieselbe Struktur in den Hauptzügen sich behauptet. — Wir müssen annehmen, dass die Thiere plötzlich gestorben, und dass sie ebenso schnell in den Schlamm der Schichten, in welchen ihre Dinte und Dintensäcke so schön erhalten sind, begraben wurden. Die Erhaltung eines so leicht zerstörbaren Organs, wie eine Loligofeder, mit Spuren von seinen feinsten

Anwachsstreifen, ist nicht minder bewunderungswerth, als die Erhaltung der Dintensäcke. Auch im Liasschiefer von Aalen und Boll im Würtembergschen kommen ähnliche Reste von Federn und Dintensäcken vor.

Reden wir nun von den fossilen gekammerten Schalen. Dieselben zeigen mechanische Vorrichtungen, wie man sie bei den niedern Schnecken nicht findet, und die durchaus dem ihnen angewiesenen Zweck entsprechen. Ferner lässt sich der Nutzen vieler Theile derselben durch ihr Verhältniss zu dem Haushalt und der Organisation der lebenden, mit den ausgestorbenen fossilen Geschlechtern und Spezien nahe verwandten, Thiere aufs Deutlichste nachweisen. Drittens haben sie nicht, wie die gewöhnlichen Schalen, einzig und allein zum Zweck, die sie bewohnenden Thiere zu schützen; sie sind auch noch ausserdem hydraulische Instrumente von grosser Vollkommenheit, und offenbaren in ihrem Bau eine einige Uebereinstimmung mit jenen allgemeinen und unveränderlichen Gesetzen, welchen zu allen Zeiten die Bewegungen der Flüssigkeit unterworfen gewesen zu sein scheinen.

Die Geschichte der gekammerten Schalen dient ferner zur Beleuchtung mancher Erscheinungen aus der fossilen Conchologie, welche sich auf die Begrenzung der den verschiedenen Formationen eigenthümlichen Spezies beziehen; sie bestätigt insbesondere jenes wichtige Faktum, dass nämlich viele Geschlechter und sogar ganze Familien in den verschiedenen aufeinander folgenden Perioden der Bildung unserer Erdrinde plötzlich ins Dasein gerufen wurden und ebenso wieder gänzlich verschwanden. Die Geschichte der gekammerten Conchylien zeigt uns ferner, dass die Fortschritte des Lebens während der frühern geologischen Periode durchaus nicht durch eine allmälige Entwickelung vom Einfachern zum Vollkommenern stattgefunden.

Eine gekammerte Schale, die nicht nur in unsern heutigen Tropenmeeren existirt, sondern auch eins von jenen Geschlechtern bildet, welche im fossilen Zustande in Formationen jeden Alters vorkommen, ist der Nautilus. Die Thiere dieser Schalen, welche schon zu den frühesten Bewohnern der alten Gewässer gehörten, behaupteten ihre Stelle durch alle

Veränderungen, welche die Erdoberfläche erlitten. Diese Thiere gehören zur lebenden Familie der Cephalopoden und sind folglich mit dem gemeinen Dintenfisch verwandt und ebenso sind die weit zahlreichern Arten der Ammoniten und andere damit verwandte Geschlechter von gekammerten Schalen ebenfalls von Thieren gebaut, die in vieler Hinsicht mit dem Thiere des Nautilus übereinstimmen. Das letztere ist daher der lebende Typus einer zahllosen Menge von organischen Wesen, deren fossile Trümmer ihr einstiges Dasein in einer weit entlegenen Periode und in einer andern Ordnung der Dinge bezeugen.

Man unterscheidet bei den fossilen gekammerten Schalen zwei Klassen, wovon die erste äussere Schalen begreift, deren Thiere, wie bei Nautilus Pompilius, in der weiten Höhle der ersten oder vordern Kammer wohnten, während die zweite solche Schalen begreift, welche ganz oder theilweise in dem Körper des Cephalopoden eingeschlossen waren, wie bei der lebenden Spirula. In beiden Klassen dienten, wie es scheint, die Kammern als Luftbehälter, vermittelst welcher das Thier in den Stand gesetzt war, sich zu erheben, an der Oberfläche des Wassers umherzuschwimmen, oder sich auf den Boden niedersinken zu lassen. Bei dem lebenden Nautilus Pompilius ist das einzige Organ, welches die Dunstkammern mit dem Körper des Thieres in Verbindung bringt, eine Röhre oder Siphunkel, welche durch eine Oeffnung und einen kurzen Trichter in jede der aufeinander folgenden Kammern eindringt, bis sie sich in der letzten und kleinsten am Ende der Schale endigt. Mit Hülfe einer besondern Flüssigkeit, die das Thier in die Röhre eindringen lässt oder daraus entfernt, besitzt es die Fähigkeit, seine specifische, d. h. seine im Verhältniss zum Wasser stehende, Schwere zu vermehren oder zu vermindern, und daher nach Willkür zu schwimmen oder auf den Boden zu tauchen.

Die Bewegung des mit ausgebreiteten Armen schwimmenden Nautilus ist, wie die des nackten Dintenfisches, die rückschreitende. Die Lage der Schale ist dabei so, dass ihr Vordertheil der Form eines Nachens am ähnlichsten ist, um das Wasser am leichtesten durchschneiden zu können. Der hörnerne Schnabel gleicht dem eines Papageien und ist zum Zermalmen

von Schal- und Krustenthieren ganz geeignet, die der lebende Nautilus theils auf dem Meeresboden theils auf der Oberfläche des Wassers sucht. Zur Verdauung besitzt das Thier einen Kropf wie ein Vogel. — Einen ähnlichen Apparat besassen nun auch die Bewohner vieler Spezien von fossilen Nautilen und Ammoniten; wenigstens lässt sich dieses aus der grossen Anzahl jener fossilen Körper, Rhyncholiten oder Schnabelsteine genannt, schliessen, die man in vielen Schichten, in Gesellschaft jener Schalen findet.

Die Familie der Ammoniten erstreckt sich durch die ganze Reihe der versteinerungsführenden Formationen von der Grauwacke bis zur Kreide einschliesslich und man zählt 270 Spezies auf, welche alle, je nach dem Alter der Schichten, in denen sie gefunden werden, von einander abweichen und von einer Linie bis zu vier Fuss und mehr Durchmesser abwechseln. Eine genaue Kenntniss der Ammoniten ist für die Bestimmung des relativen Alters der geschichteten Gebilde sehr wichtig, da ganze Abtheilungen derselben für gewisse Formationen charakteristisch sind.

Die Ammoniten der alten Welt zeigen dieselbe umfassende geographische Verbreitung, welche sich bei so vielen Thieren und Pflanzen der frühern Perioden unserer Erde nachweisen lässt, und so sehr gegen das örtliche Vorkommen der gegenwärtigen Formen des organischen Lebens absticht. Wir finden dieselben Geschlechter und bisweilen dieselben Spezien von Ammoniten, in Schichten, die dem Anschein nach von gleichem Alter sind, nicht allein durch ganz Europa, sondern auch in den entferntesten Gegenden von Asien und Nord- und Süd-Amerika verbreitet. — Daraus schliessen wir, dass während der Flötz- und Tertiär-Perioden eine allgemeinere Verbreitung derselben Spezies, in Gegenden, die sehr weit von einander entfernt sind, stattfand, als gegenwärtig.

Ein Ammonit ist, wie ein Nautilus, aus drei Hauptstücken zusammengesetzt:

1. aus der äussern Schale, von flacher, scheibenförmiger Gestalt, deren Oberfläche durch Rippen gestärkt und verziert ist;

2. aus einer Reihe innerer Dunstkammern, gebildet durch die Scheidewände, welche den innern Raum der Schale abtheilen;

3. aus einem Siphunkel oder einer Röhre, die am Boden der vordern Kammer beginnt und die ganze Reihe der Dunstkammern bis zum innersten Ende der Schale durchsetzt.

Zu den mit Nautilen und Ammoniten verwandten gekammerten Schalen gehören folgende:

Die Orthoceratiten, die ihren Namen von ihrer gewöhnlich einem Horn ähnlichen Form haben, begannen wie die Nautilen in jenen alten Meeren, in denen sich die ältesten Schichten absetzten, zu leben und sind mit jenen in ihrem Bau so verwandt, dass sie unstreitig als Schwimmorgane von Cephalopoden dienten. Es begreift dieses Genus viele Arten, welche in den Schichten der sogen. Uebergangsgebirge in Masse vorkommen und zu denjenigen gehören, welche, nachdem sie unter den ersten Bewohnern unseres Planeten gezählt hatten, schon in einer frühen Periode einem gänzlichen Untergange anheimfielen. Ein Orthoceratit ist, wie ein Nautilus, eine vielkammerige Schale, deren Kammern durch Scheidewände von einander getrennt sind, welche nach aussen concav, nach innen convex, und im Mittelpunkte oder gegen den Rand von einem Siphunkel durchbohrt sind. Die Orthoceratiten sind sämmtlich gerade und kegelförmig.

Zugleich mit diesen Schalen kommt in dem Uebergangskalk von Oeland eine mit denselben verwandte Gattung von gekammerten Schalen, Lituiten genannt, vor. Sie sind an ihrem kleinern Ende spiralförmig aufgerollt, während das breitere Ende sich als eine gerade Röhre von ziemlicher Länge fortsetzt.

Baculiten. Wie wir in dem Genus Orthoceratites der Uebergangsformation die Form gestreckter Nautilen angetroffen haben, so finden wir in der Kreideformation, aber nur in dieser, Ueberreste eines Genus, welches für einen geraden Ammoniten angesehen werden kann. Der Baculit, so genannt wegen seiner Aehnlichkeit mit einem geraden Stock, ist nämlich eine kegelförmige, langgezogene, symmetrische, seitlich

zusammengedrückte und durch Scheidewände in zahlreiche Kammern abgetheilte Schale.

Hamiten. Denkt man sich einen Baculit so gebogen, dass sein dickeres Ende mit dem schmälern parallel zu stehen kommt, so haben wir die einfachste Form jenes nahe verwandten Genus, welches man wegen seiner hakenförmigen Gestalt Hamites genannt hat. Die meisten Spezies desselben kommen in und gleich unter der Kreidegruppe vor.

Die Scaphiten bilden ein Genus von elliptischen gekammerten Schalen von grosser Schönheit, welches hauptsächlich der Kreideformation eigen ist. Sie sind an beiden Enden aufgerollt, während der mittlere Theil fast horizontal bleibt, so dass sie gewissermassen einem Nachen ähnlich sehen, woher der Name. Bemerkenswerth ist der Umstand, dass die den Ammoniten so nahe verwandten Scaphiten und Hamiten so selten zum Vorschein kommen, und zwar nur von dem Lias an bis in die Periode der Kreidegruppe, wo der ganze Typus der alten und vielverbreiteten Familie der Ammoniten dem Erlöschen sehr nahe war.

Turriliten, das letzte Genus von denen, welche sich durch ihren Bau den Ammoniten nähern, begreift spiralförmige Schalen, welche wie ein allmälig gegen die Spitze an Breite abnehmender Thurm aufgerollt sind. — Sie erscheinen gar nicht vor dem Beginn der Kreidezeit und verschwinden nach ihrem plötzlichen Auftreten eben so plötzlich wie die Ammoniten.

Die Belemniten endlich, eine sehr ausgebreitete Familie, kommt nur im fossilen Zustande vor und ist nur auf die Schichten von der obern Kreide bis zu dem Muschelkalke hinab beschränkt. Unzweifelhaft sind diese sonderbaren Körper mit den andern Familien der gekammerten Schalen, welche wir bereits beschrieben haben, verwandt; anderseits aber weichen sie insofern von ihnen ab, dass ihre Kammern in einer kegelförmigen fasrigen Scheide enthalten sind, deren Form der einer Pfeilspitze gleicht, woher ihr Name. Der Belemnit war eine innere Schale, aus drei Haupttheilen zusammengesetzt, welche jedoch selten wohl erhalten zusammen gefunden werden.

Nachdem wir nun die wichtigsten einkammerigen Schalen betrachtet haben, wenden wir uns nun noch zu den vielzelligen Löcherschnecken. Aus der Untersuchung der verschiedenen bereits bekannten Arten von mikroskopischen Conchylien, liessen sich, wenn es der Raum gestattete, in Bezug auf den Haushalt der winzigen Cephalopoden, welche sie einst baueten, eine Menge von Vorrichtungen von gleichem Interesse wie solche, welche wir in den Schalen der ausgestorbenen Geschlechter und Spezien grösserer Cephalopoden erkannt haben, nachweisen. Man kennt 600 bis 700 Spezien; die meisten sind mikroskopisch und kommen hauptsächlich im Mittelmeer und im Adriatischen Meere vor. — Die fossilen Spezien sind besonders häufig in den Tertiärgebilden und wurden bisher hauptsächlich in Italien erkannt. Sie kommen ebenfalls in der Kreide und im Jura des südlichen Frankreichs vor.

Wir werden hier aus dieser ganzen Ordnung nur das Geschlecht Nummulites speziell erwähnen. Diese, wegen ihrer Aehnlichkeit mit einem Geldstück so genannt, variiren von der Grösse eines Kronenthalers bis zu mikroskopischen Dimensionen. In der Geschichte der fossilen Schalen spielen sie eine Hauptrolle wegen ihrer ungeheuren Menge in den jüngsten Gebilden der Flötzzeit und in vielen Lagern der Tertiärformationen. Oft sind sie wie Kornhaufen zusammengehäuft und bilden alsdann den Hauptbestandtheil ausgedehnter Berge, so z. B. in dem Tertiärkalk von Verona und des Monte Bolca und in Schichten der Kreideformation in den Alpen, Karpathen und Pyrenäen. Mehre der Pyramiden und die Sphinx in Egypten bestehen aus einem, mit Nummuliten angefüllten Kalkstein.

Man kann unmöglich solche, aus den Schalentrümmern einer einzigen Familie zusammengesetzte Gebirgsmassen sehen, ohne sich dabei zu erinnern, dass jede einzelne Schale einst eine wichtige Stelle in dem Körper eines lebenden Thiers einnahm; und wir gerathen in Erstaunen, wenn wir uns in jene entfernten Perioden versetzen, wo die Wasser des Oceans, welcher damals Europa bedeckte, mit schwimmenden Schalen dieser ausgestorbenen Mollusken angefüllt waren, wie heut zu

Tage die Beroe und Clio borealis myriadenweise in den Gewässern der Polarmeere wimmeln.

Die Nummuliten sind, wie die Nautilen und Ammoniten, in Dunstkammern eingetheilt, welche das Schwimmen begünstigen; jedoch ist die letzte Kammer nicht so erweitert, dass sie zur Aufnahme eines Theiles von dem Leibe des Thieres hätte dienen können. Die Kammern sind überhaupt sehr zahlreich, in Folge der vielen kleinen Querwände, welche sie von einander trennen; allein es fehlt ihnen der Siphunkel. Die Form der Haupttheile variirt in jeder Spezies, wogegen das Prinzip der Struktur in allen dasselbe zu sein scheint.

Die Trümmer der Nummuliten sind jedoch nicht die einzigen thierischen Körper, welche zur Bildung der Kalkschichten unserer Erdrinde beigetragen haben; andere, noch kleinere Arten von gekammerten Schalen haben auch in dieser Hinsicht eine grosse und noch merkwürdigere Rolle gespielt, nämlich kleine vielzellige Schalen, von der Grösse eines Hirsekorns, Millioliten genannt. In der Nähe von Paris füllen sie ganze Kalkschichten an und haben durch ihre ungeheure Anzahl auf Beschaffenheit und Bildung dieser Felsmassen einen grossen Einfluss ausgeübt.

Die ungeheure Menge von Mollusken, welche in allen versteinerungsführenden Schichten der Erdrinde vorkommen, machen das Studium dieser Abtheilung des Thierreichs zu einem der wichtigsten für den Geologen. Jedoch sind nicht alle Klassen und Familien derselben bisher mit gleicher Umsicht und Genauigkeit durchgearbeitet worden; besonders fehlt es noch an einer kritischen Vergleichung der generischen Verwandtschaft der Arten der Flötzzeit mit denen der jüngern Gebilde und den jetzt lebenden.

Ueber die Gasteropoden, d. h. diejenige Ordnung von Mollusken, deren Hauptmerkmal eine sohlenartige muskulöse Ausbreitung der Bauchseite ist, auf der die Thiere langsam fortkriechen, oder vermittelst derselben schwimmen, Thiere, die wir im gemeinen Leben Schnecken nennen, lässt sich nicht viel sagen. Dagegen lassen sich über die Art der Aufeinanderfolge der Acephalen, d. h. der kopflosen Mollusken

oder der Muscheln, in verschiedenen geologischen Epochen, einige recht interessante Bemerkungen machen. Es ist sehr auffallend, dass die Familie der Brachiopoden in den ältesten und ältern Formationen so sehr das Uebergewicht über die übrigen Acephalen gehabt, und dass die jetzt vorherrschenden Formen erst mit der jüngern Flötzzeit und in den Tertiärgebilden zahlreicher zu werden angefangen haben. Werfen wir von dieser Seite einen Blick auf die Klasse der Acephalen im Allgemeinen, so kann es nur überraschen, wenn man wahrnimmt, wie die Symmetrie des Leibes bei den Brachiopoden eine ganz andere ist, als bei den gewöhnlichen Formen dieser Klasse, und wie die grosse Gruppe der austerartigen Muscheln in der Form, so wie in der Zeit des Erscheinens zwischen beiden steht. Bei den Brachiopoden geht der Längsdurchmesser des Leibes, bei nach oben gekehrtem Schloss, zwischen beiden Schalen von einem Rande derselben zum andern; das vordere und das hintere Ende sind daher bei diesen Thieren vollkommen symmetrisch und gleich gestaltet, dagegen die Seiten rechts und links, die man gewöhnlich mit Unrecht Rücken und Bauch nennt, sehr ungleich und unsymmetrisch sind. Bei den austerartigen Muscheln ist das Vorn und Hinten zwar schon verschieden, aber noch nicht so auffallend, dass sich in allen Fällen mit Leichtigkeit angeben liesse, welche Schale die rechte und welche die linke ist. Dabei sind zwar die Seiten noch verschieden, aber doch weniger als bei den Brachiopoden; die vollkommene Gleichheit von vorn und hinten ist aufgehoben, die Ungleichheit ist jedoch dabei nicht verschwunden. Erst bei den gewöhnlichen Muscheln tritt eine vollkommene Symmetrie der Seiten ein, und damit ist auch das eine Ende des Körpers entschieden als Vorn bezeichnet. Dass diese Verhältnisse mit der Erscheinungsepoche der Hauptgruppen der Klasse zusammenhängen, deutet auf eine, zwar noch unerklärte, aber doch sehr merkwürdige Beziehung zwischen diesen Organismen und ihrer Entwickelungsgeschichte im Allgemeinen. — Eine Uebersicht auch nur der wichtigern Geschlechter fossiler Gasteropoden und Acephalen zu geben, würde uns hier zu weit führen. —

Eine andere grosse Abtheilung des Thierreichs bilden

DIE GLIEDERTHIERE,

welche in die Anneliden oder Würmer mit rothem Blut, in die Crustaceen (Krabben und Krebse), in die Arachniden oder Spinnen und in die Insekten zerfallen.

Fossile Anneliden finden sich, so zahlreich auch die ausgestorbenen Arten in der Vorwelt gewesen sein mögen, da sie keine Schalen haben, sondern nackte Würmer sind, nur in sehr schwachen Spuren. Dahin gehören z. B. die Löcher, welche sie gebohrt, und die kleinen, an dem Ausgange derselben gelegenen Anhäufungen von Sand und Schlamm. Treffendere Beweise von der frühern und ununterbrochenen Existenz einer andern Ordnung von Gliederthieren, nämlich derjenigen, welche in kalkigen Röhren eingeschlossen waren, liefern uns dagegen die fossilen Serpulen, welche in beinahe allen Formationen von der Grauwackengruppe bis zur Gegenwart vorkommen.

Die Geschichte der fossilen Crustaceen ist noch wenig bekannt; von ihrer Verbreitung in gewissen Formationen kann man sich einen Begriff machen, wenn man hört, dass in einer Schicht des Jurakalks bei Solenhofen an 60 Arten gefunden wurden. Die Analogien zwischen lebenden Arten und gewissen fossilen Ueberresten von Crustaceen sind theilweise unwiderlegbar nachgewiesen worden. Bei den lebenden Arten steht jede Unebenheit der äussern Schale in steter Beziehung zu bestimmten Theilen der innern Organisation und überträgt man dies auf die fossilen Arten, so kann man beide sehr gut vergleichen, selbst wenn andere generische Kennzeichen, wie Beine und sonstige Körpertheile, fehlen.

Eine besonders merkwürdige Familie der Crustaceen bilden die Trilobiten. Ihrer allgemeinen Bildung nach sind sie den heutigen Krebsen und Krabben ähnlich. In dem langen Zeitraume, in welchem Thonschiefer, Grauwacke und Kalk abgesetzt wurden, mögen Trilobiten gleichsam als Repräsentanten einer Thierklasse aufgetreten sein, die später in zahlreichen neuen Formationen erscheint. Man findet fossile Trilobiten in den verschiedensten Ländern: im nördlichen Europa und Amerika, in der Andeskette und am Vorgebirge der guten Hoffnung. Die grosse Menge, in welcher einzelne

der so zahlreichen Arten unserer Thierfamilie in diesen und jenen Gegenden, selbst auf einzelne Oertlichkeiten beschränkt, getroffen werden, führt zur Vermuthung, dass ihr Untergang die Folge plötzlicher Katastrophen war, die ganze Trilobitenheerden in schlammigen Massen begruben, welche später zu festem Fels erhärteten. Ueber das eigentliche Wesen der Trilobiten ist viel gestritten und geschrieben worden und selbst jetzt sind noch nicht alle Zweifel gelöst, nicht sämmtliche Arten genügend erkannt; denn die Reste jener ältesten Bewohner vorzeitiger Meere werden keineswegs immer so schön, so vollständig erhalten getroffen, dass man sich richtige Vorstellungen von ihrer wahren Gestalt machen kann; oft erscheinen sie zu sehr mit dem Gestein verwachsen, oder es kommen nur einzelne Theile davon vor.

Was die allgemeine Bildung der Trilobiten betrifft, so stimmen die meisten Arten darin überein, dass ihre fossilen Reste aus Kopfschild, Rumpf und aus Schwanzschild zusammengesetzt sind. An nicht wenigen Arten findet man Augen, oder augenähnliche und zum Theil sehr grosse Erhöhungen. Sie zeigen sich in krystallinische Masse, meist Kalkspath, umgewandelt. — Ueber die Thiere selbst, die unter der zurückgebliebenen, weniger zerstörbaren Decke verborgen gewesen, über die weichen Theile, welche das eigentliche Thier bildeten, haben wir Hoffnung Näheres zu hören, wenn es sich bestätigt, dass man Trilobiten, oder ihnen sehr nahe stehende Geschöpfe, lebend, z. B. im Meere von Peru, an der Küste von Patagonien, so wie auf den Falklandsinseln, gefunden hat.

Fossile Arachniden oder Spinnen hat man in der Juragruppe, im lithographischen Kalk von Solenhofen, so wie in tertiären Süsswasserschichten bei Aix in der Provence gefunden, und einen fossilen Scorpion entdeckte man in der Steinkohlenformation bei Chomle unweit Radnitz, südwestlich von Prag. In so weit wir aus der Analogie der lebenden Arten schliessen können, ist das Vorkommen grosser fossiler Scorpionen ein sicheres Zeichen von der erhöheten Temperatur der Klimate, in denen sie einst gelebt, und diese Anzeige steht in vollkommenster Uebereinstimmung mit dem tropischen

Charakter der Pflanzen, in deren Gesellschaft dieser Scorpion in den böhmischen Steinkohlenlagern gefunden wurde.

Fossile Insekten hat man, obgleich die Anzahl der lebenden sehr überwiegend unter den thierischen Bewohnern des jetzigen Festlandes ist, nur sehr wenig gefunden, welches wohl dem Umstande zugeschrieben werden muss, dass bei weitem der grösste Theil der fossilen Thierüberreste von Meeresbewohnern herrührt, unter denen man in der Jetztwelt nur eine oder zwei Insektenspezies kennt. — Doch fehlen Insektenreste durchaus nicht. Man fand zwei Coleopteren in Thoneisensteinnieren von Coalbrookdale in Wales, Flügeldecken von derselben Insektenordnung in dem Kalkschiefer von Stonesfield, mehre Libellen, eine grosse Ranatra und verschiedene Käfer in dem Jurakalk von Solenhofen, verschiedene Geschlechter aus den Ordnungen der Dipteren, Hemipteren und Coleopteren in dem tertiären Gyps der Süsswasserformation zu Aix u. s. w.

Aus diesem Vorkommen fossiler Gliederthiere lassen sich sehr wichtige Folgerungen für die physische Geschichte der Erde machen. Wenn es erwiesen ist, dass die jetzigen Klassen, Ordnungen und Familien der Meer- und Land-Gliederthiere ihr Dasein durch verschiedene geologische Epochen von dem Augenblick an, wo das Leben sich zum ersten Male auf unsern Planeten zeigte, behauptet haben, so dürfen wir mit Zuversicht daraus schliessen, dass der Zustand des festen Landes, der Gewässer und selbst der Atmosphäre von dem jetzigen nicht so sehr verschieden war, wie manche Geologen geglaubt haben. Es erhellt ferner, dass während dieser verschiedenen Perioden und Zustände die correlativen Verrichtungen sämmtlicher Repräsentanten des Thier- und Pflanzenreichs dieselben waren, wie in der Jetztwelt; und auf diese Weise lässt sich die ganze Reihe der vergangenen und gegenwärtigen Formen der organisirten Wesen als Theile eines unermesslichen, für sich bestehenden harmonischen Ganzen betrachten.

Wir wenden uns nunmehr zu der letzten noch übrig bleibenden grossen Abtheilung des Thierreichs, nämlich zu den

FOSSILEN STRAHLTHIEREN ODER ZOOPHYTEN, die in die Klassen der Echinodermen, der Medusen und der Polypen zerfällt. Von fossilen Medusen ist jedoch nur ein einziges Beispiel aus dem lithographischen Schiefer von Solenhofen bekannt, dessen Art aber nicht bestimmbar ist.

Fossile Echinodermen. — Man hat bis jetzt immer geglaubt, dass die Thiere, welche die höchste Klasse der Zoophyten bilden, nämlich die Echiniten, Stelleriden und Crinoïden, aus vielen gleichartigen, wie Strahlen von einem gemeinschaftlichen Mittelpunkt auslaufenden Theilen gebildet seien. Prof. Agassiz hat aber unlängst nachgewiesen, dass bei denselben jener besondere Charakter, von welchem man den Namen der ganzen Abtheilung, Strahlthiere, abgeleitet hat, nicht so überwiegend ist, wie man anzunehmen geneigt ist; sondern dass die Strahlen ungleichartig und nicht immer um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt gestellt sind, und dass ferner eine bilaterale, analog derjenigen, welche man bei den höhern Thierklassen antrifft, in sämmtlichen Familien der Seeigel, Asterien und Crinoïden, nachgewiesen werden kann.

Die meisten Spezies der Echiniden und Stelleriden, wenn gleich von Schichten verschiedenen und mitunter sehr hohen Alters herrührend, müssen lebenden Geschlechtern zugezählt werden. — Die Familie der Echiniten scheint sich durch alle Formationen, von dem Grauwackenkalk bis in die Gegenwart zu erstrecken. Dagegen hat man bis jetzt noch keine fossile Stelleriden in den Schichten unterhalb des Muschelkalks gefunden. Die Struktur der fossilen Arten dieser Zoophyten stimmt sehr mit der der lebenden Seeigel und Seesterne überein.

Dagegen ist die Familie der Crinoïden (Encriniten, Liliensteine) in der Jetztwelt sehr selten, im fossilen Zustande aber in den ältern Formationen um so häufiger. Man findet bisweilen ganze Reihen von Schichten, die sich viele Meilen weit ausdehnen und oft zur Hälfte aus kalkigen Ueberresten von diesen Zoophyten zusammengesetzt sind, deren ungeheure Anzahl und eigenthümliche Schönheit die besondere Aufmerksamkeit des Geologen in Anspruch nehmen. Es gehört z. B. der sogen. Trochitenkalk dahin, und derartige Gesteine beweisen,

in welchem Masse Thierkörper in manchen Fällen durch ihre Ueberreste dazu beigetragen haben, das Material, aus welchem unsere Erde besteht, aufzuhäufen.

Die Familie der Crinoïden umfasst viele Geschlechter und Spezies, die fast sämmtlich auf dem Meeresboden oder an fremden, umherschwimmenden Körpern befestigt gewesen zu sein scheinen. Als die zwei ausgezeichnetesten Geschlechter galten lange die Encriniten und Pentacriniten; erstere gleichen in der äussern Form sehr einer an einem runden Stiel befestigten Lilie; letztere zeigen in ihrer Struktur eine grosse Aehnlichkeit mit erstern, jedoch ist die Form fünfeckig. Ein drittes Geschlecht, Apiocrinites oder Birn-Encrinit genannt, zeigt in einem grössern Massstabe die konstituirenden Körpertheile der ganzen Familie.

Fossile Ueberreste von Polypen. — Bei der Betrachtung der Schichten der Grauwackengruppe werden wir sehen, dass die zahlreichsten Thierüberreste derselben fossile Korallen oder Polypenstöcke sind. Diese rühren von einer Thierordnung her, welche man lange Zeit als mit den Meerpflanzen verwandt angesehen und mit dem Namen Zoophyten bezeichnet hat, weil sie gewöhnlich wie Pflanzen an dem Meeresboden befestigt sind. Man findet sie am häufigsten in den warmen Klimaten, namentlich an solchen Stellen, welche seicht genug sind, um dem Einfluss der Sonnenwärme und des Lichts zugänglich zu sein; viele Spezies senden Zweige nach allen Richtungen aus, wodurch sie in gewisser Hinsicht den Anschein wahrer Pflanzen gewinnen. Alle ohne Ausnahme rühren von Polypen her, welche mit der gemeinen Actinia oder See-Anemone unserer Küsten nahe verwandt sind. Manche derselben, wie z. B. die Caryophyllia sind Einzelnthiere, insofern jedes einen eigenen unabhängigen Stamm bildet. Andere sind Haufenthiere: sie leben zusammen auf derselben gemeinschaftlichen Basis, dem Polypenstock, welcher von einer dünnen gallertartigen Substanz überzogen ist, an deren Oberfläche die Tentakeln sich erheben, welche den Sternen auf der Oberfläche des Koralls entsprechen. — Breiten sich die Polypen bei stiller See auf dem Boden aus, so schimmern ihre steinigen Gehäuse von den glänzendsten Farben.

Der gallertartige Körper dieser Thiere besitzt das Vermögen, kohlensauren Kalk auszusondern, womit sie ihre Zellen bauen und sich an den Boden anheften. Diese kalkigen Zellen dauern länger als das Leben des sie ausscheidenden Polyps, sie kommen auch in ihrer chemischen Zusammensetzung dem Kalkstein so nahe, dass sie auch nach dem Tode des Thieres stets am Boden befestigt bleiben. Auf diese Weise bereitet eine Generation die Basis vor, auf welcher die nächste ihre Wohnungen errichtet, welche ihrerseits ebenfalls bestimmt sind, die Grundlage ähnlicher Gehäuse zu werden, bis die Masse zur Oberfläche ansteigt und ein ferneres Wachsthum unmöglich wird.

Die Reproductionskraft der Polypen in den Gewässern der warmen Klimate ist so gross, dass der Boden unserer Tropenmeere von zahllosen Myriaden dieser kleinen Thiere wimmelt, welche ohne Unterlass an der Verfertigung ihrer kleinen aber dauerhaften Wohnungen arbeiten. Beinahe jeder unterseeische Felsen, jeder vulkanische Kegel oder Kamm innerhalb dieser Breiten ist der Kern oder die Basis einer Kolonie von Polypen geworden, hauptsächlich aus den Geschlechtern Madrepora, Astrea, Caryophyllia, Maeandrina und Millepora. Die kalkigen Ausscheidungen dieser Thiere häufen sich zu ungeheuren Korall-Bänken und Riffen auf, welche bisweilen eine Länge von vielen Hundert Meilen erreichen; und dadurch dass sie sich fortwährend an solchen Stellen erheben, wo man sie vorher nicht kannte, bereiten sie der Schifffahrt manche Gefahren in vielen Gegenden der Tropenmeere.

Wenn wir nun nach dem Zweck dieser Polypen in dem gegenwärtigen Haushalte der Natur fragen, so erscheinen sie uns gleichsam als die Ausfeger der niedrigsten Klasse, dazu bestimmt, die Wasser des Meeres von den Unreinigkeiten zu befreien, welche selbst den kleinern Crustaceen entgehen; auf dieselbe Weise wie die Land-Insekten in ihren mannigfachen Gestalten dazu bestimmt sind, die verwesten Ueberreste der todten Thiere und Pflanzen aufzunehmen. Dasselbe Prinzip scheint von Anbeginn des Lebens gegolten zu haben; wir finden es vorwaltend in der ganzen langen Reihe von Zeit-

altern, deren Dauer durch die mannigfache Aufeinanderfolge von Thier- und Pflanzentrümmern, welche in den Erdschichten begraben liegen, erwiesen ist. In allen diesen Schichten haben die kalkigen Wohnungen dieser kleinen und anscheinend so unwichtigen Geschöpfe, der Polypen, einen grossen Beitrag zu dem festen Material der Erdrinde geliefert, und sie gewähren dadurch den sichersten Beweis von dem Einfluss des thierischen Lebens auf die mineralische Beschaffenheit der Erde.

Wenn überhaupt bei der Untersuchung der Natur eine Erscheinung mehr Interesse als eine andere verdient, so ist es gewiss die unendliche Verbreitung und die hohe Wichtigkeit dieser kleinen anscheinend so unbedeutenden Wesen. Wenn wir auf dem Papier, auf welchem wir schreiben, ein kleines Insekt mit grosser Behendigkeit herumlaufen sehen, so können wir uns kaum einen klaren Begriff von den kleinen Muskelfasern machen, welche diese Bewegungen hervorbringen und noch weniger von den noch kleinern Gefässen, welche sie unterhalten, zumal wenn wir sie mit der Grösse des Universums vergleichen. Um wie viel mehr muss nicht unsere Bewunderung erregt werden, wenn wir an die innere Organisation der Infusorien denken. Wollen wir jedoch tiefer in ihr Wesen eindringen, so gelangen wir bald zu der Ueberzeugung, dass die grössten und wichtigsten Erscheinungen der Natur durch die Vermittlung von Atomen stattfinden, welche zu klein sind, als dass sie vom Auge des Menschen beobachtet und von seiner Intelligenz verstanden werden konnten.

Ehrenberg in Berlin, dem wir grossen Aufschluss über diesen Gegenstand verdanken, hat nachgewiesen, dass bei den Infusorien, welche man früher kaum für organisirte Wesen ansah, die innere Struktur eine ähnliche ist, wie bei den höhern Thieren. Er entdeckte in denselben Muskeln, Eingeweide, Zähne, verschiedene Arten von Drüsen, Augen, Nerven, so wie männliche und weibliche Zeugungsorgane. Er fand zugleich, dass einige lebendig gebären, andere aus Eiern kriechen und viele durch Spaltung in zwei mehr oder weniger verschiedene Thiere sich sondern. Ihre Reproductionskraft ist so gross, dass aus einem Individuum eine Million in zehn

Tagen entsteht; am elften Tage sind vier Millionen vorhanden und am zwölften sechzehn Millionen. Als ein merkwürdiges Resultat der gemachten Beobachtungen kann man annehmen, dass die kleinen kolorirten Flecken auf dem Körper einer Monas Termo (welche nur $1/_{2000}$ Linie im Durchmesser hat) $1/_{48000}$ einer Linie messen, und dass die Dicke der Magenhaut auf $1/_{4800000}$ bis $1/_{6400000}$ einer Linie berechnet werden kann. Diese Haut muss nothwendig mit noch kleinern Gefässen versehen sein, deren Dimensionen zu gering sind, um gemessen werden zu können.

Ehrenberg hat viele Hunderte von Arten dieser kleinen Thiere beschrieben und abgebildet und findet noch täglich neue. Viele derselben sind auf gewisse vegetabilische Aufgüsse beschränkt; einige finden sich in allen Aufgüssen. Viele Pflanzen erzeugen bestimmte Spezies, von denen einige sich schneller als andere in bestimmten Aufgüssen fortpflanzen. Das bekannte Experiment zum Erzeugen und Fortpflanzen derselben in Pfefferwasser reicht zur Erklärung des Uebrigen hin.

Nicht minder interessant und für uns hier besonders wichtig ist Ehrenbergs Entdeckung von verkieselten Ueberresten fossiler Infusorien in dem Tripel oder Polirschiefer von Bilin in Böhmen und von verschiedenen andern Lokalitäten, so wie ähnlicher Ueberreste in dem eisenhaltigen Schlamm gewisser Sümpfe. Die Mineralwasser von Carlsbad enthalten ähnliche lebende Infusorien, wie die im Meerwasser bei Havre in Frankreich und bei Wismar an der Ostsee vorkommenden. Eine Art von kieselartigem Teig, Kieselguhr genannt, den man in Nestern von der Grösse einer Faust oder eines Kopfes in einer Torfgrube zu Franzensbad bei Eger findet, besteht beinahe ganz aus kleinen kieseligen Schildern einer Art Navicula, die jetzt lebend in den süssen Gewässern der Umgegend von Berlin und an vielen andern Orten gefunden wird. Ebenso besteht die Kieselguhr von Isle de France und eine ähnliche, zu San Fiore in Toskana vorkommende, Bergmehl genannte Substanz hauptsächlich aus Infusorien-Ueberresten. Man hat schon eine Menge von Spezien derselben unterschieden, die meistens mit lebenden identisch sind. Der Tripel oder Polirschiefer von Bilin, welcher sich über eine weite Fläche, aller

Wahrscheinlichkeit nach ein altes Seebecken, erstreckt, bildet schiefrige, 14 Fuss mächtige Lager, die beinahe ausschliesslich aus einer Anhäufung von verkieselten Schildern der Gaillonella distans zusammengesetzt sind, deren Grösse ungefähr 1/288 Linie beträgt, d. h. kaum 1/6 des Durchmessers eines menschlichen Haares, was ungefähr der Grösse eines Blutkügelchens gleichkommt. Demnach begreift man, dass 23 Millionen dieser Thiere in einer Kubiklinie und 41000 Millionen in einem Kubikzoll enthalten sein können. Ein solcher Kubikzoll wiegt 220 Gran, so dass 187 Millionen dieser Thierchen auf einen Gran gehen. Fig. 36 giebt die Abbildung einer 300 Mal vergrösserten G. distans.

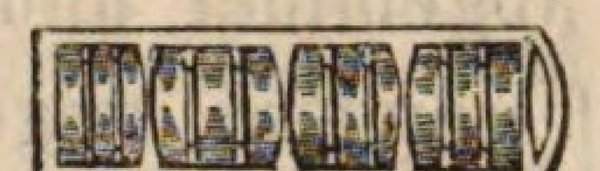


Fig. 36. Gaillonella distans.

Eine weiche gelbe ocherartige Substanz, Raseneisen genannt, die jedes Frühjahr in bedeutender Menge in den Sümpfen der Umgegend von Berlin und in den Gräben und Fusstapfen der Thiere gefunden wird, ist theilweis aus Eisen zusammengesetzt, welches von kleinen Infusorien aus dem Geschlecht Gaillonella ausgeschieden wird. Eine solche G. ferruginea ist in Fig. 37, in Figur *a*, 2000 Mal vergrössert abgebildet. Dieses Eisen lässt sich von den kieseligen Schalen



Fig. 37.

der Thierchen lostrennen, so dass die Schalen ihre Form auch nachher noch beibehalten. Aehnliche eisenhaltige und kieselige Ueberreste von Infusorien fand man in ähnlichen ocherartigen Substanzen aus dem Ural und aus Neu-York, so wie auch in einer gelben erdigen Substanz, welche sich auf der Oberfläche der Mineralquellen in den Salzwerken zu Colberg und Dürrenberg findet. Das Eisen, welches diese Thierchen ausscheiden und welches mit den kieseligen Schildern derselben innig verbunden ist, bildet nach dem Tode einen Kern, um welchen sich anderes Eisen, das in dem Wasser selbst enthalten ist, anlagert. — Auch gewisse Nieren von Halbopal, einem

in ältern vulkanischen Gesteinen vorkommenden Mineral, bestehen aus einer von Infusorien-Resten herrührenden und zu Nieren zusammengebackenen Substanz, in der man zahlreiche, theils zerstörte, theils noch unversehrte Infusorien-Schilder antrifft. Fig. 38 1 zeigt ein Täfelchen von solchem Halbopal und 2 dasselbe vergrössert mit den Resten jener Thierchen.

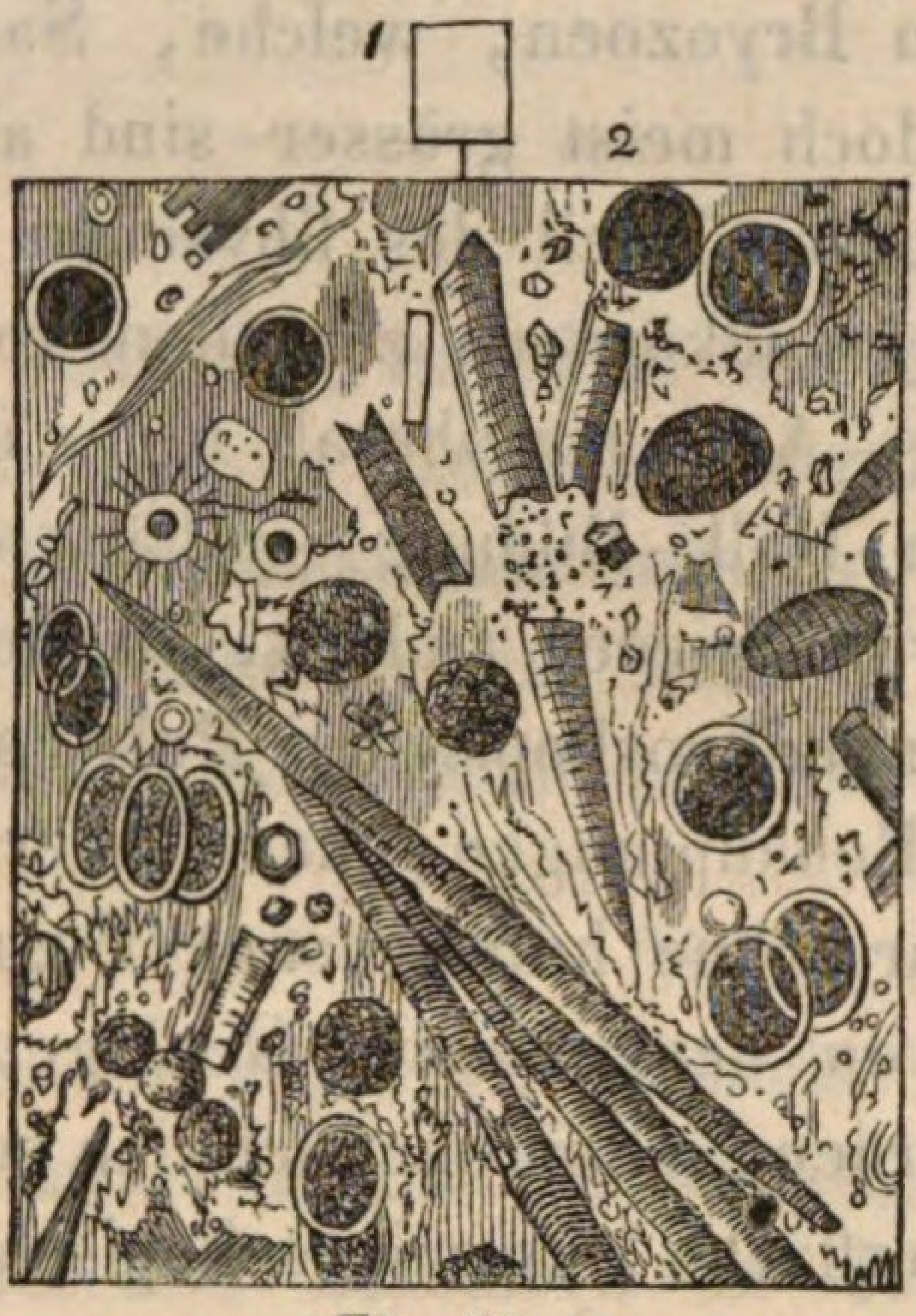


Fig. 38.

Wir könnten noch viele andere Beispiele von verschiedenen Vorkommnissen von Infusorien anführen, jedoch mögen die erwähnten hier genügen.

Die vielen Arten dieser Thierchen, welche man jetzt schon in so grosser Menge im fossilen Zustande findet, sind bereits in zwei Klassen und sechs Familien getheilt worden; drei dieser Familien sind mit einer nackten biegsamen Epidermis (Oberhaut) versehen und drei haben eine kieselige Epidermis, d. h. einen durchsichtigen festen Panzer, welcher bei den meisten Arten aus zwei kieseligen Klappen zusammengesetzt ist; wo dieser Panzer nur eine Klappe bildet, hat diese die Gestalt eines Blattes, dessen Ränder inwendig aufgerollt sind. Beinahe die .Hälfte der von Ehrenberg bestimmten Infusorien-Geschlechter ist mit einem soliden Panzer versehen, während die andere Hälfte nur durch eine häutige Bedeckung geschützt ist.

Schliesslich theilen wir noch eine andere, nicht weniger interessante Beobachtung Ehrenbergs mit. Die Kreide ist nämlich das Produkt mikroskopischer, dem blossen Auge meist

ganz unsichtbarer schneckenartiger Korallenthierchen mit Kalkschalen von $\frac{1}{24}$ bis $\frac{1}{288}$ Linie Grösse, deren weit über eine Million in jedem Kubikzoll wohl erhalten sind. Diese Thierchen sind weder Mollusken noch Infusorien, sondern es sind Bryozoen oder Mooskorallenthierchen. — Die Meeresdünen mancher, wahrscheinlich vieler Küsten bauen sich noch fort aus jetzt lebenden Bryozoen, welche, Sandkörnern ähnlich, sehr klein, aber doch meist grösser sind als die Kreidethierchen, und ein grosser Theil des libyschen Wüstensandes hat sich als in seinen Sandkörnern zuweilen vorherrschend daraus gebildet ergeben. — Auch die überall unter der Kreide liegende, mithin ältere Jura-Kalk-Bildung enthält deutliche Anzeigen eines Einflusses von wieder andern, in der Kreide nirgends bisher beobachteten mikroskopischen Polythalamien.

Die frühern Behauptungen, dass aller Kalk von Thieren komme, sind zwar ohne hinreichende Begründung ausgesprochen und daher von den neuern Geologen mit allem Recht nicht beachtet worden; allein die sichtlich so ausgedehnte Kalkbildung der Erdoberfläche aus mikroskopischen Thieren, sammt der sichtlichen allmäligen Umwandlung der Thiere in anorganische Kreide und dichten Kalkstein, zumal, wenn ausser der Kreideformation auch die Jura-Kalkbildung in den gleichen Erscheinungen sich immer fester stellte, gäbe, sammt den übrigen längst bekannten, an sich schon grossen, aber weniger feinen Korallen- und Muschel-Einflüssen eine nicht mehr abzuweisende nothwendige Rücksicht auf das organische Leben bei der Bildung eines bedeutenden Theils von der festen Erdrinde und stellt dessen kräftigsten Heerd in die geheimnissvollen letzten Grenzen der künstlich gesteigerten menschlichen Sinne.

Die Feinheit der Kreidethierchen erkennt man auffallend daraus, dass sie in der geschlemmten feinsten Farbenkreide noch zahlreich vorhanden sind und zu den verschiedensten technischen Zwecken unverändert mit benutzt werden. Wie in dem gebackenen Brode die Amylum-Körner des Weizens wenig verändert sichtbar sind, so sind die gemalten Stuben, die Papiertapeten und selbst die glacirten Visitenkarten durch ihren feinen Kreideüberzug eine zierliche Mosaik wohl erhaltener,

dem blossen Auge unsichtbarer Moos-Korallenthierchen und unser natürliches Auge erhält mit den Körpern von mehr oder weniger dicht gedrängten Millionen selbstständiger, mannigfach und zierlich geformter Wesen den Eindruck des vollkommensten ruhigsten Weiss, ohne Ahnung der Mannigfaltigkeit und des zum Grunde liegenden Lebens!

Wir gelangen nunmehr, nachdem wir die fossilen Thierreste von denen des riesigen Megatheriums bis zu denen der nur durch scharfe Mikroskope erkennbaren Infusorien in allgemeinen Umrissen kennen gelernt haben, zu einer andern Klasse von Erscheinungen, nämlich zu den

FOSSILEN PFLANZEN.

Diese verdienen in doppelter Hinsicht unsere besondere Aufmerksamkeit, erstens wegen der wichtigen Rolle, welche die verkohlten Ueberreste derselben in der Geschichte der menschlichen Industrie spielen, und zweitens in Bezug auf den Bau und die Struktur dieser alten, die frühere Oberfläche der Erde bekleidenden, pflanzlichen Wesen selbst.

Es ist wahrscheinlich, dass den jedesmaligen Veränderungen, welche das thierische Leben in den verschiedenen, aufeinander folgenden Erdperioden erlitten, gleichzeitige Veränderungen in dem Charakter der fossilen Pflanzen entsprochen haben. Ein neues und weites Feld eröffnet sich also hier unsern Forschungen, besonders wenn wir es uns zur Aufgabe stellen, die Gesetze, welche die verschiedenen Vegetationssysteme der einstigen Erdoberfläche regulirten, mit den gegenwärtig auf ihr vorwaltenden zu vergleichen. Und wenn sich alsdann als Resultat dieser Forschungen ergiebt, dass die Pflanzenfamilien, welche die fossile Flora ausmachen, entweder nach demselben oder nach einem ähnlichen Prinzip, wie die der Jetztwelt, konstruirt, und daher als verwandte Theile eines und desselben umfassenden organischen Lebenssystems zu betrachten sind, so haben wir ein neues Glied zu der Kette der Beweise hinzuzufügen, welche wir dem Schooss der Erde entnommen haben, um die

Einheit der Intelligenz und Allmacht, welche die Anordnung der ganzen materiellen Welt verwirklicht hat, zu begründen.

Wir haben gesehen, dass die frühesten, bis jetzt entdeckten Spuren des animalischen Lebens Ueberreste von Meerthieren sind, und da die Existenz von Thieren überhaupt ein vorausgehendes oder wenigstens gleichzeitiges Vorhandensein von Pflanzen zu ihrem Unterhalt voraussetzt, so findet sich schon a priori die Annahme von Meerpflanzen in denselben Schichten, in welchen die ältesten und spätern Thiere vorkommen, gerechtfertigt; eine Annahme, welche vollkommen bestätigt worden ist durch die Ergebnisse der neuern Forschungen. Die submarine Vegetation der Jetztwelt lässt sich in drei grosse Abtheilungen bringen, welche bis zu einem gewissen Grade den Pflanzen der kalten, gemässigten und heissen Zone entsprechen; und wir dürfen annehmen, dass eine analoge Vertheilung für die fossilen Arten nachzuweisen ist, insofern die Geschlechter der untersten und ältesten Gebilde mit denen der jetzigen warmen Klimate am nächsten verwandt scheinen, während die Formen der Flötz- und Tertiärzeit um so mehr Verwandtschaft mit denen unserer gemässigten Klimate zeigen, je jünger die Gebilde sind, in denen sie vorkommen.

Gehen wir nun die Ueberreste der Landvegetation durch, welche sich in den drei grossen geologischen Abtheilungen erhalten haben, so finden wir, dass sie eine ähnliche stufenweise Abnahme der Temperatur auf dem festen Lande anzeigen, wie sie sich aus der Betrachtung der Meeresvegetation ergiebt. So haben wir in den Schichten der Kohlengruppe einige wenige Familien der jetzigen Endogeniten*) — hauptsächlich Farren und Equisetaceen — mit andern ausgestorbenen Endogeniten- und Exogeniten-Familien vergesellschaftet, welche nach der Meinung mehrerer modernen Geologen ein noch heisseres Klima als das unserer jetzigen Tropen anzeigen.

*) Endogeniten sind solche Pflanzen, bei denen der Wachsthum des Stammes durch Hinzufügung neuer Schichten von Innen stattfindet; Exogeniten solche, bei denen der Wachsthum von Aussen geschieht.

In der Flötzreihe nehmen schon die Arten dieser Familien sehr an Zahl ab, und manche Geschlechter und sogar ganze Familien verschwinden ganz. Dagegen herrschen zwei andere Familien vor, welche noch in der Jetztwelt viele Repräsentanten zählen, dafür aber in der Steinkohlengruppe um so seltner sind, nämlich die Cycadeen und Coniferen. Der Gesammtcharakter der in dieser Gruppe vorkommenden Pflanzen weist auf ein Klima hin, dessen Temperatur mit der unserer heutigen Tropen ziemlich übereinstimmend war.

In den Tertiärgebilden verschwinden die meisten Familien der Flötzgruppe und viele der übrigen Gruppen der Flötzzeit; eine mehr complicirte Vegetation, die der Dicotyledonen *), tritt an die Stelle der einfachern Formen, welche in den zwei vorausgegangenen Perioden vorherrschten. Kleinere Equisetaceen vertreten die riesigen Calamiten; die Farren nehmen an Grösse und Zahl ab, und zeigen im Allgemeinen dieselben Verhältnisse, wie heut zu Tage in unsern gemässigten Klimaten. Nur die Palmen widersetzten sich der Annahme einer niedrigern Temperatur; ihr allgemeiner Charakter weist auf ein Klima hin, das mit dem der Ufer des mittelländischen Meeres übereinstimmen mochte.

Erst neuerlich sind wir zu einer systematischen Anordnung der fossilen Pflanzen geführt, und wir können nun mit Hülfe der Analogie der jetzigen Vegetation gewissermassen die Flora der vormenschlichen Zeiten, während welcher die Erdschichten in ihrem Bildungsprozesse begriffen waren, wieder

*) Monocotyledonen sind solche Pflanzen, deren Embryo im Samen nur aus einem Cotylon oder Lappen besteht, wie im Samen einer Lilie oder einer Zwiebel; Dicotyledonen dagegen solche, deren Embryo aus zwei Lappen besteht, wie in der Bohne und Kaffeebohne. Die Monocotyledonen sind sämmtlich Endogeniten, d. h. sie wachsen von Innen nach Aussen durch Hinzufügung von Gefässbündeln und erweitern sich vom Mittelpunkt nach der Peripherie, wie die Palmen, das Zuckerrohr und die lilienartigen Pflanzen. Die Stämme der Dicotyledonen sind alle Exogeniten, d. h. sie wachsen durch Hinzufügung von concentrischen Schichten auf der Aussenseite, und diese Schichten bilden die Ringe, in welchen man die Summe des jährlichen Wachsthums wahrnehmen kann, so z. B. an der Fichte, der Eiche und andern Waldbäumen unserer Klimate.

herstellen. Es ist eine solche Aufgabe um so wichtiger, als nur Wenige die Mittel kennen, durch welche die neuern Geologen endlich zu einem befriedigenden Resultat in der lang bestrittenen Frage über den Ursprung der Steinkohle gelangt sind.

Nicht selten ist es der Fall, dass wir unter den zu unsern Feuerungen angewendeten Steinkohlen Spuren von fossilen Pflanzen finden, was sich auf folgende Weise leicht erklären lässt: zur Zeit ihrer Ablagerung in die grosse Pflanzenmasse, welche später in Steinkohle sich verwandelte, wurden die Höhlen dieser Pflanzen mit Schlamm ausgefüllt, und hinterliessen, in Folge dessen, Eindrücke von ihrer Gestalt auf dem eingeschlossenen Thon und Sand, welche so deutlich sind, wie die eines künstlich gemachten Steinkerns.

Einen noch entscheidendern Beweis für den pflanzlichen Ursprung selbst der dichtesten Steinkohle erlangt man dadurch, dass wenn man von derselben dünne Blätter ablöst und dieselben unter das Mikroskop bringt, man in allen eine mehr oder weniger deutliche Pflanzen-Struktur erkennt.

Besonders sind es die Schieferthon-Schichten, welche die meisten Pflanzenreste enthalten; ihr feines Korn empfing und bewahrte mit bewunderungswerther Vollkommenheit und Schönheit die zartesten Formen der organischen Pflanzenstruktur. Ueberall, wo Schieferthonschichten die Decke oder das Dach der bauwürdigen Kohlenflötze bilden (und das ist fast überall der Fall), finden sich diese Fossile in Menge. Indess steht die Hauptmasse derselben gewöhnlich nicht in unmittelbarer Berührung mit der Steinkohle selbst, sondern man findet sie 12 bis 20 Fuss darüber. Newcastle im nördlichen England ist besonders reich an solchen Versteinerungen, die schönsten findet man aber zu Swina, nordwestlich von Prag, in Böhmen. Die sorgfältigste Nachahmung eines schönen Laubwerks auf den gemalten Plafonds italienischer Paläste kann nicht mit der Fülle und Pracht dieser ausgestorbenen Pflanzenformen, welche die Strecken dieser lehrreichen Gruben zieren, verglichen werden. Die Decke ist gleich einer reichen Tapete, mit den zierlichsten Guirlanden ausgeschmückt, welche sich in reizender Fülle und Unordnung über ihre ganze Oberfläche ausbreiten.

Zugleich bildet das Tiefschwarze der Figuren einen überraschenden Contrast mit der leichten Färbung des Gesteins selbst. Der Zuschauer fühlt sich, wie durch Zauber, in die Waldungen einer andern Welt versetzt; Bäume, der Jetztwelt unbekannt, treten vor seine erstaunten Augen in der ganzen Schönheit und Fülle ihres frühern Lebens, mit ihren schuppigen Stämmen, herabhängenden Zweigen und ihrem zarten Laubwerk, an denen die zahllosen Jahrhunderte, welche darüber verflossen, nur Weniges verdorben haben. Sie sind daher glaubwürdige Vertreter der ausgestorbenen Flora, welche in jenen ersten Zeiten der Belebung unserer Erde ihre Oberfläche schmückten, und die sie einschliessenden Schichten gelten uns als die grossen natürlichen Herbarien, in denen die Urwelt den kommenden Zeiten ihre, beinahe unveränderten, von der Jetztwelt sehr abweichenden Producte aufbewahrt hat.

Die wichtigsten fossilen Pflanzen der Kohlengruppe sind die folgenden:

Equisetaceen werden jetzt bei uns durch die sogen. Schachtelhalme der Sümpfe und Teiche repräsentirt. Sie erstrecken sich von Lappland bis in die heisse Zone, allein die meisten Arten findet man in der gemässigten; die grössten Dimensionen erreichen sie in den warmen und feuchten Tropengegenden, obgleich ihre Zahl beschränkt ist. Man unterscheidet bei den Equisetaceen zwei Geschlechter, von denen das eine den Charakter der lebenden Equiseta hat und selten fossil vorkommt, die andere aber, der man den Namen Calamites gegeben hat, sich um so häufiger unter den Fossilien findet und sich durch ihre Form wesentlich vor der andern auszeichnet. Diese Calamiten erreichen eine unter den lebenden Equisetaceen unbekannte Grösse, sind in den ältesten Kohlenlagern allgemein verbreitet, finden sich aber selten in den übrigen Gruppen der Flötzreihe und in den Tertiärformationen, so wie in der Jetztwelt fehlen sie ganz. Wie aber nun die lebenden Equisetaceen an Grösse zunehmen, je näher sie an den Aequator rücken, so werden die fossilen Arten immer grösser, je älter die Schichten sind, in denen sie vorkommen, und man bemerkt dabei keinen Unterschied mehr bei den Breitengraden. Die beifolgende Fig. 39 stellt

Equisetum columnare und Fig. 40 Calamites cannaeformis dar.

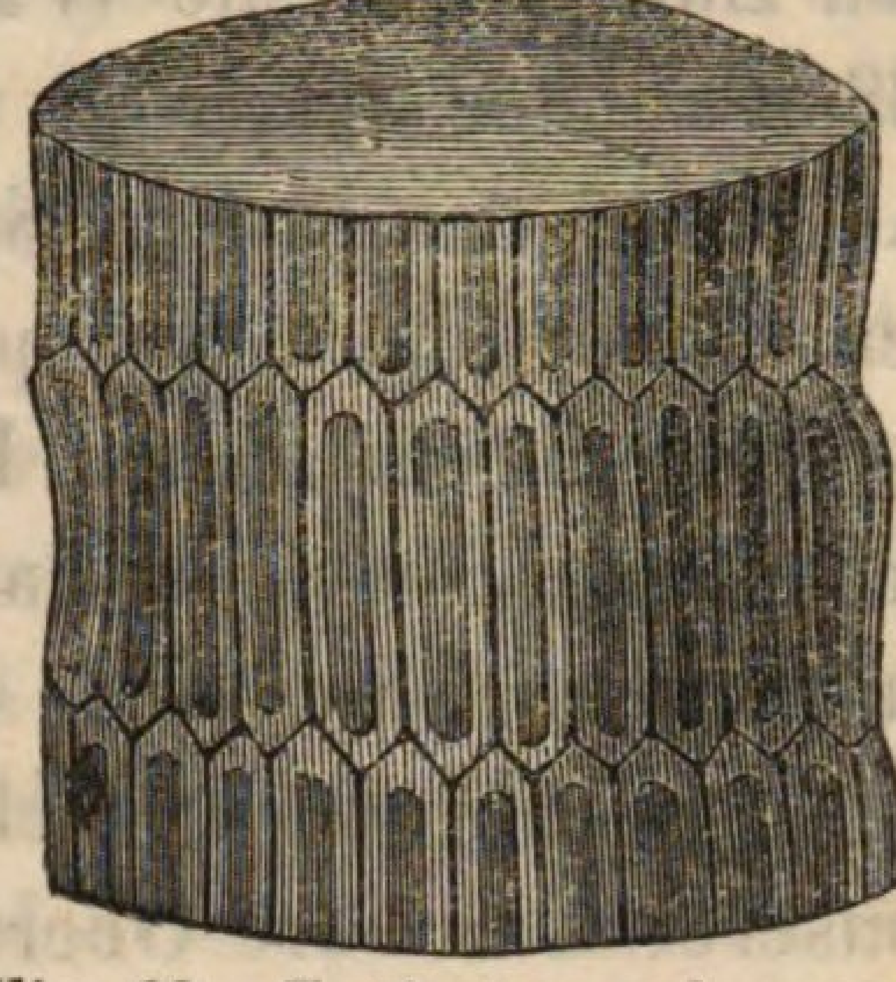


Fig. 39. Equisetum columnare.

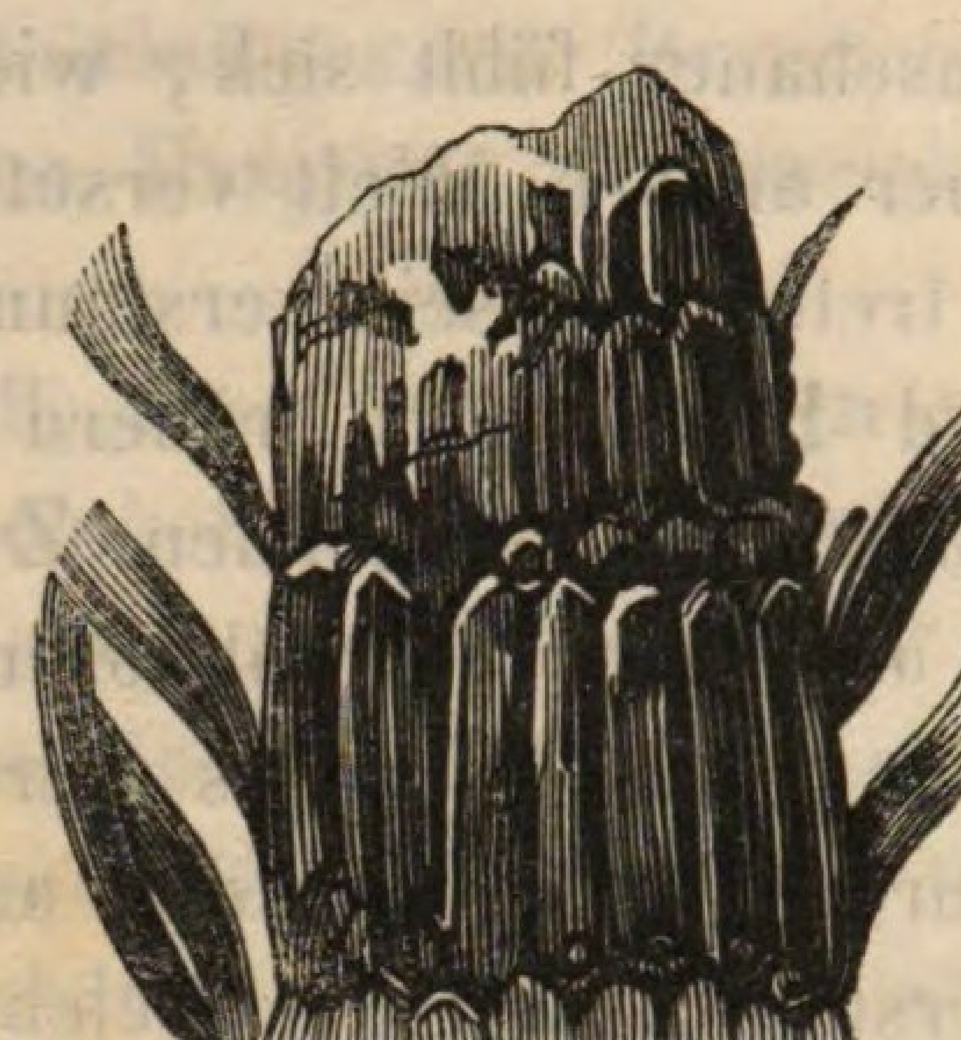


Fig. 40. Calamites cannaeformis.

Die Familie der Farren ist, in der lebenden, so wie in der fossilen Flora, die zahlreichste unter den kryptogamischen Gefässpflanzen*), und aus der Kenntniss der geographischen Verbreitung der lebenden Arten und ihren Beziehungen zu der Temperatur können wir gewissermassen auf die frühern klimatischen Zustände unserer Erde schliessen. Die Gesammtzahl der lebenden Farren beläuft sich auf 1500 Arten, von denen allein 1200 zwischen dem 30. und 35. Breitengrade, zu beiden Seiten des Aequators wuchern. Bedingungen zu ihrem Gedeihen sind hauptsächlich Feuchtigkeit, Schatten und Wärme, wesshalb sie auch auf den Inseln der Tropenmeere am häufigsten sind und sich z. B. auf St. Helena zu den Phanerogamen wie 1 zu 2 verhalten.

Aus der Betrachtung des Charakters und der Verbreitung der lebenden Farren hat Ad. Brongniart die verschiedenen Zustände und Klimate unserer Erde während der aufeinander folgenden geologischen Formationen zu bestimmen gesucht. Der Umstand, dass die fossilen Ueberreste der Farren immer mehr an Zahl abnehmen, je näher wir von den ältern Schichten an die Jetztwelt rücken, führte ihn zu dem Schluss, dass die Temperatur in demselben Verhältniss abgenommen haben

*) Man unterscheidet bei den Pflanzen Cryptogamen und Phanerogamen und rechnet zu jenen solche, bei denen die Befruchtungsorgane verborgen und zu diesen solche, bei denen dieselben sichtbar sind.

müsse. In der Steinkohlenreihe kommen ungefähr 120 bekannte Spezies vor, welche beinahe die Hälfte der ganzen bekannten Flora dieser Gruppe ausmachen; darunter sind aber nur wenige, welche den lebenden Arten nahe kommen. Sie deuten auf eine Vegetation, ähnlich derjenigen der Inseln der Equinoctialgegenden der gegenwärtigen Erdoberfläche, und man kann daraus folgern, dass die feuchten und warmen Elemente, welche die Flora dieser Inseln bedingen, in einem noch höhern Grade während der Bildung der Steinkohlenschichten vorherrschten. — In den Flötzgruppen ist schon die absolute und relative Anzahl der Farren weit geringer; sie bilden kaum ⅓ der bekannten Flora dieser Mittelperiode der geologischen Geschichte. In der Tertiärzeit scheinen die Farren beinahe in demselben Verhältniss zu den übrigen Pflanzen zu stehen, wie heut zu Tage in den gemässigten Gegenden der Erde.

Das Geschlecht Lepidodendron begreift viele Arten fossiler Pflanzen, von beträchtlicher Grösse, welche besonders häufig in der Steinkohlenformation vorkommen. In ihrem Gesammtaussehen gleichen sie, besonders wenn man von ihrer ungewöhnlichen Grösse abstrahirt, sehr den Lycopodiaceen oder Bärlappen. In der Jetztwelt zählt diese Familie keine Spezies, die höher als 3 Fuss wäre; es sind grösstentheils schwache, kriechende Pflanzen, während ihre fossilen Repräsentanten die Grösse der Waldbäume erreicht zu haben scheinen. — Hinsichtlich der geographischen Verbreitung sind die lebenden Lycopodiaceen ungefähr denselben Gesetzen unterworfen, wie die Farren und Equisetaceen.

Die Sigillarien gehören zu den Pflanzen, welche sich auf keinen bekannten Typus in der Jetztwelt zurückführen lassen und welche auf die Steinkohlengruppe beschränkt gewesen zu sein scheinen. Es sind kolossale Stämme, welche sich gewöhnlich in dem flötzleeren Sandstein und in dem Schieferthon, bisweilen aber auch in den Steinkohlen selbst, zu deren Bildung sie mächtig beigetragen haben, zerstreut finden. Man trifft sie bisweilen in aufrechter Stellung an, da wo die Erdschichten entweder durch die Fluth oder, im Innern der Festländer, durch Bergwerke, Strömungen u. s. w. entblösst wurden. Indess ist diese Stellung doch nur eine zufällige; gewöhnlich

findet man sie unter verschiedenen Winkeln geneigt, in sämmtlichen Schichten der Steinkohlenformation, jedoch meistens liegend und mit der Schichtung parallel; dabei sind sie gewöhnlich zusammengedrückt. Bei aufrechter oder sehr geneigter Stellung haben sie in der Regel ihre natürliche Gestalt beibehalten und das Innere ist mit Sand oder Thon ausgefüllt, oft sehr verschieden von demjenigen, in welchen der untere Theil des Stammes eingepflanzt ist, und gemischt mit vielen kleinen Bruchstücken von verschiedenen andern Pflanzen. Die Stämme waren daher hohl, oder, wie unsere Cacten, mit einem leicht zerstörbaren markigen Kern ausgefüllt; sie haben gewöhnlich 1 bis 3 Fuss im Durchmesser und im unversehrten Zustande mochten die meisten derselben wenigstens 50 bis 60 Fuss Höhe erreichen. Grosse und schwere Aeste konnte ein so fleischiger, nur durch eine dünne Rinde verstärkter Stamm unmöglich tragen, wesshalb es wahrscheinlich ist, dass er, wie manche der grössern Cactusarten, plötzlich endigte. — Manche Sigillarien sind ihrer ganzen Länge nach mit pfeifenförmigen parallelen Rinnen versehen (Syringodendron); den Artikulationen der Blätter auf den Längenrinnen entsprechen Eindrücke oder Narben, die in gerader Linie von dem Gipfel nach der Wurzel laufen.

Die ausgestorbenen Geschlechter Favularia, Megaphyton, Bothodendron und Ulodendron gehören auch hierher und zeigen ebenfalls eine Anordnung der Narben in senkrechten Reihen. — Ein anderes ausgestorbenes Genus ist das der Stigmaria, deren Mittelpunkt ein domförmiger Stamm von 3 bis 4 Fuss Durchmesser und leicht gerippt, mit undeutlichen rundlichen Eindrücken ist. Vom Rande dieser domförmigen Erhabenheit geht eine gewisse Anzahl horizontaler Aeste aus, die von 9 bis 15 variirt. Bruchstücke von Stigmarien hat man in vielen Kohlenformationen gefunden. Die nachstehende Fig. 41 zeigt Stigmaria ficoides.

Die Hauptfolgerungen, welche wir aus dem jetzigen Zustand unserer Kenntniss der Pflanzen, die zur Steinkohlen-Bildung beigetragen haben, ziehen können, sind:

1) dass ein grosser Theil dieser Pflanzen Gefäss-Cryptogamen und insbesondere Farren waren;

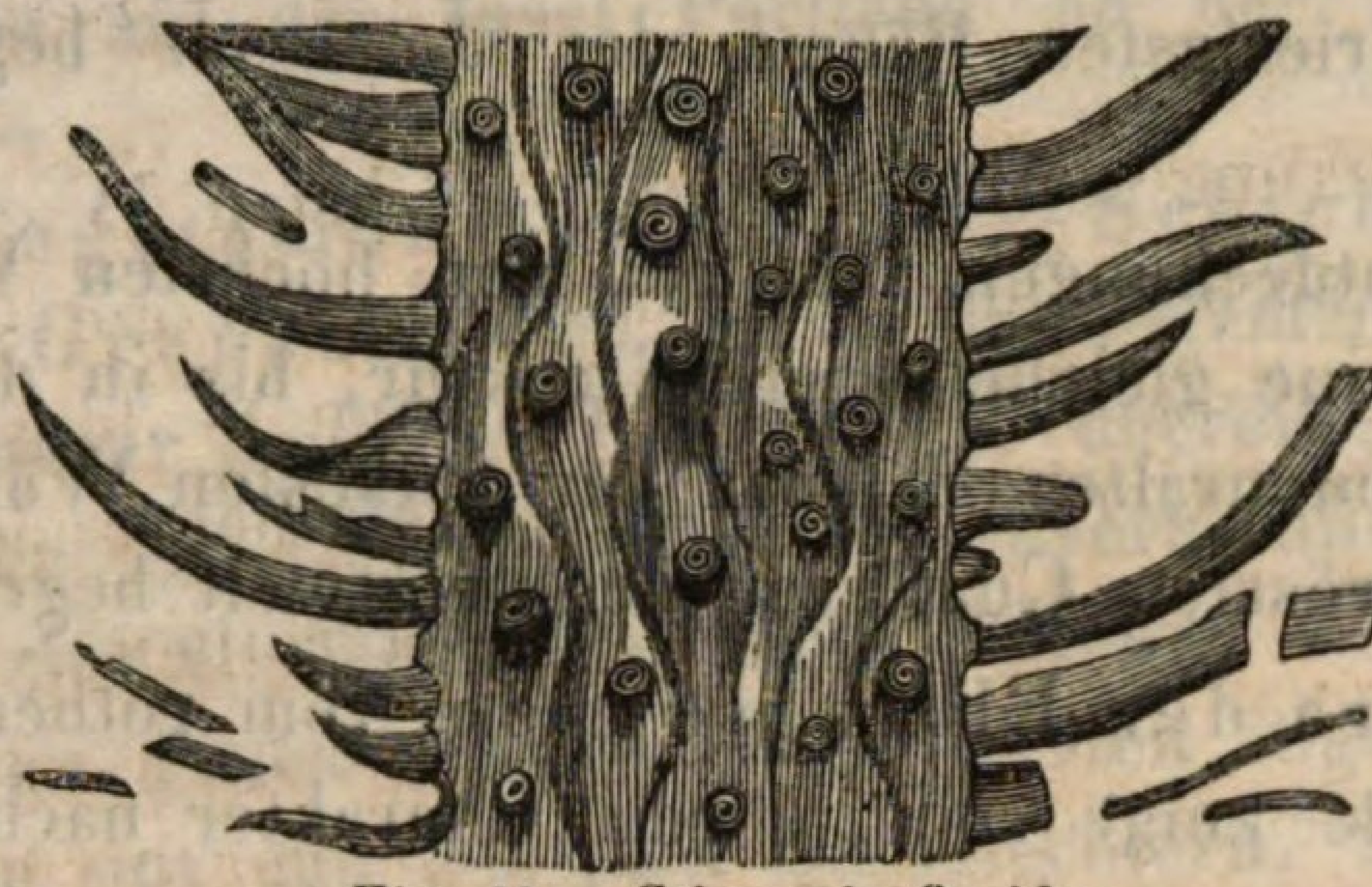


Fig. 41. Stigmaria ficoides.

2. dass unter diesen Cryptogamen die Equisetaceen einen riesigen Wuchs erreichten;

3. dass die Dicotyledonen, welche zwei Drittheile der lebenden Pflanzen begreifen, nur einen geringen Theil der Flora dieser frühen Perioden ausmachten, und

4. dass, wenn gleich viele der ausgestorbenen Geschlechter und ganze Familien keine Repräsentanten in der Jetztwelt haben, und manche sogar unmittelbar nach der Ablagerung der Steinkohlenschichten von der Erdoberfläche verschwanden, sie nichtsdestoweniger durch ihre Struktur im Allgemeinen, so wie durch die Einzelnheiten ihrer Organisation mit den Pflanzen der Jetztwelt verwandt sind, und folglich als Theile eines grossen, beharrlichen und harmonischen Ganzen angesehen werden müssen.

Fossile Coniferen. — Die Coniferen bilden in der Jetztwelt eine grosse und wichtige Pflanzenabtheilung, welche nicht allein durch eine eigenthümliche Fruchtbildung, sondern auch durch eine besondere, an dem kleinsten Bruchstück leicht erkennbare Struktur des Holzes ausgezeichnet ist. Die neuern mikroskopischen Untersuchungen mit fossilen Hölzern haben zur Erkenntniss einer ähnlichen innern Struktur an grossen Baumstämmen der Steinkohlen-, so wie aus den übrigen Gruppen der Flötzperiode geführt und auch in der Tertiärzeit haben sich schon zwanzig Spezien fossiler Coniferen gefunden. Viele der letztern zeigen aber eine grössere Verwandtschaft zu den lebenden Geschlechtern, als zu denen aus den Flötzgruppen, und manche sind damit sogar generisch identisch. Mehre der ältesten fossilen Coniferen sollen auch dem lebenden Genus Pinus, und andere dem Genus Araucaria, welches

letztere die riesigsten Bäume der Jetztwelt begreift, angehören.

Diese Entdeckungen sind von der höchsten Wichtigkeit, insofern sie eine gleiche innere Struktur, bis in die kleinsten Details, in den uralten Bäumen der frühesten Wälder und in einigen der grössten Coniferen der Jetztwelt begründen.

Die Flora der Flötzgruppen vom rothen Sandstein bis zur Kreide zeigt sich, ihrem Charakter nach, als eine intermediäre, zwischen der Insel-Vegetation der Steinkohlengruppe und der Continental-Flora der Tertiärgebilde. Ad. Brongniart zählt ungefähr 70 Spezies Landpflanzen in den Gruppen vom Keuper bis zur Kreide einschliesslich; die Hälfte sind Coniferen und Cycadeen, und darunter finden sich 29 Coniferen-Arten; die andere Hälfte begreift hauptsächlich Gefäss-Cryptogamen, nämlich Farren, Equisetaceen und Lycopodiaceen. In der Flora der Jetztwelt sind die Coniferen und Cycadeen kaum zu $\frac{1}{300}$ zu rechnen.

Eine ausgezeichnet schöne Pflanzenfamilie sind die Cycadeen; in ihrem äussern Habitus sind sie den Palmen ähnlich, während ihre innere Struktur, den Hauptzügen nach, sie den Coniferen näher bringt. In einer andern Beziehung, nämlich der gerollten Knospenlage oder der Art, wie die Blätter sich an der Spitze gegen die Knospen einrollen, gleichen sie den Farren. Man findet sie hauptsächlich in dem sogen. Portlandstein der jüngern Jura-Formation an der Südküste Englands, während die jetzigen Repräsentanten der Familie auf die heissen Gegenden der Erde beschränkt sind.

Die Pandaneen oder Schraubentannen bilden eine besondere Familie der Monocotyledonen, welche gegenwärtig nur in den wärmern Zonen und hauptsächlich unter dem Einfluss des Meeres gedeiht. Sie scheinen, gleich der Cocospalme, dazu bestimmt, die ersten vegetabilischen Colonisten der aus dem Ocean emporsteigenden neuen Festländer und Inseln zu liefern; die Seefahrer wenigstens treffen sie gewöhnlich auf den Koralleninseln der Tropenmeere an. Die fossil gefundenen Reste von dieser Pflanze bestanden in einer schönen Frucht aus den jüngsten Schichten der Jura- oder

Oolithgruppe auf der Insel Portland an der Südküste von England. —

Die Vegetation der Tertiär-Schichten oder der Molasse-Gruppe stimmt in ihrem allgemeinen Charakter mit der unserer heutigen Tropen sehr überein; die Dicotyledonen zeigen ungefähr dasselbe Zahlenverhältniss wie in der Jetztwelt, und die meisten fossilen Pflanzen dieser Formation haben, wenn gleich ausgestorbenen Arten angehörig, grosse Aehnlichkeit mit den lebenden Geschlechtern. Man trifft eine Menge grosser Bäume, die unsern Pappeln, Weiden, Ulmen, Kastanien, Sycomoren u. s. w. ähnlich sind.

Eine höchst merkwürdige Anhäufung von Pflanzen aus dieser Periode bieten uns die grossen Braunkohlenlager, welche in einigen Theilen Deutschlands Schichten von mehr als 30 Fuss Mächtigkeit bilden. Sie bestehen hauptsächlich aus Bäumen, welche von ihrem Standorte, wahrscheinlich durch Strömungen von süssem Wasser, weggerissen und schichtenweise zusammengeschwemmt wurden, dermassen, dass sie auf andern Sand- und Thonschichten auf dem Boden der damaligen Seen und Flussmündungen wechsellagern.

Häufig zeigen sich in den Tertiärbildungen fossile Palmen. In der Jetztwelt zählt die Familie der Palmen ungefähr 1000 Spezies, von denen die meisten auf besondere Gegenden der heissen Zone beschränkt sind. Werfen wir aber einen Blick auf die geologische Geschichte dieser grossen und schönen Familie, so finden wir, dass, obgleich sie gleichzeitig mit den ältesten Pflanzenformen der Kohlengruppe ins Leben getreten ist, sie demungeachtet nur sehr wenige Arten in der Steinkohlenformation aufzuweisen hat. In den übrigen Flötzgruppen ist sie ebenfalls nur spärlich verbreitet, dagegen aber haben wir in den Tertiärgebilden zahlreiche Stämme, Blätter und Früchte, welche von Palmen herrühren.

Die bis jetzt bekannten fossilen Palmstämme rühren von vielen Spezies her; man findet sie besonders schön verkieselt in den Tertiärgebilden von Ungarn und in dem Pariser Grobkalk; ebenso kommen auch Palmstämme in der Süsswasserformation von Montmartre vor. Zu Liblar bei Köln hat man deren mehrere in senkrechter Richtung getroffen. Einzig

schön verkieselte Palmstämme sind auch häufig in Antigua und in Indien, so wie an den Ufern des Irawadi in Ava. Es bietet nichts Auffallendes dar, wenn man Palmüberreste in warmen Regionen antrifft, wo Pflanzen aus dieser Familie gegenwärtig einheimisch sind, wie in Antigua oder in Indien; aber ihr Vorkommen in den Tertiärformationen von Europa, in Gesellschaft mit Krokodilen, Schildkröten und Meermuscheln, welche mit den Formen der warmen Tropenmeere der Jetztwelt am meisten übereinstimmen, zeigt an, dass, während der Tertiärperiode, das Klima von Europa wärmer war, als es gegenwärtig ist.

Fossile Blätter und Früchte von Palmen hat man ebenfalls an vielen Punkten in den Tertiärgebilden gefunden; neben Früchten auf der englischen Insel Sheppy auch eine Anhäufung von vielen Hundert Arten anderer Früchte, die meistens ein tropisches Aussehen haben, und von denen man kaum annehmen kann, dass sie auf anderem Wege als durch eine Meerströmung zusammengehäuft wurden, da sie von keinem einzigen Blatt begleitet sind, dagegen aber Baumstämme, von Teredinen (Bohrmuscheln) durchbohrt, vielfach vorkommen. Jedoch dürfen wir in diesem Fall die auf Sheppy vorkommenden Früchte nicht als Vertreter der europäischen Vegetation während der Tertiärperiode ansehen.

Was wir von den Veränderungen wissen, welche sich während der drei grossen Perioden der Erdgeschichte in der fossilen Flora zugetragen haben, lässt sich folgendermassen zusammenfassen:

In der ersten Periode herrschen die Gefäss-Cryptogamen vor; die Dicotyledonen sind nur selten. In der zweiten ist die Zahl beider Pflanzenabtheilungen der Gefäss-Cryptogamen und der Dicotyledonen ungefähr gleich. In der dritten herrschen die Dicotyledonen vor und die Gefäss-Cryptogamen werden selten. In der Jetztwelt endlich bilden die Dicotyledonen ungefähr zwei Drittel der Gesammtzahl der Pflanzen.

Ueberreste von Monocotyledonen kommen, wenn auch zum Theil spärlich, in jeder geologischen Formation vor.

Die Zahl der bereits beschriebenen fossilen Pflanzen-Arten überhaupt beläuft sich auf ungefähr 500; von diesen stammen

beinahe 300 aus den ältern Schichten und zwar meistens aus der Kohlengruppe. Ungefähr 100 gehören den Gruppen von den Kohlen bis einschliesslich der Kreide an, und über 100 rühren von den Tertiärgebilden her. Ausser diesen kennt man noch viele Arten, welche bis jetzt noch nicht bestimmt und benannt worden sind.

Da die bekannte Flora der Jetztwelt mehr als 50,000 Arten begreift, das Studium der fossilen Botanik hingegen noch in der Kindheit ist, so lässt sich annehmen, dass noch eine Menge fossiler Arten in den Tiefen der Erde begraben liegen, welche mit der Zeit an das Tageslicht kommen werden.

SECHSTER ABSCHNITT.

VON DEN VERSCHIEDENEN GEOLOGISCHEN GRUPPEN UND FORMATIONEN.

Der wesentlichste Unterschied aller Gebirgsformationen beruht in ihrer Bildungsweise: die beiden mächtigen Agentien, welche in allen Bildungstheorien der Erde seit den alten Philosophen, einander oft ausschliessend, die Hauptrolle spielten, das Feuer und das Wasser, haben sich jetzt friedlich darin getheilt.

Die Unterscheidung zwischen neptunischen (exogenen) und plutonischen (hypogenen oder endogenen) — zwischen normalen und abnormen — zwischen versteinerungsführenden (geschichteten) und massigen Gebirgsformationen beruht hierauf. Von beiden liessen sich alsdann noch diejenigen absondern, welche ihre Entstehung der Einwirkung der plutonischen Massen auf die neptunischen Niederschläge oder noch allgemeiner, einer spätern Umänderung der letztern verdanken, die metamorphischen; zu diesen letztern werden die krystallinischen Schiefer (Glimmer-, Chlorit-, Talk-, Hornblendeschiefer, körniger Kalk) ziemlich allgemein gezählt. Es liegt jedoch in dieser Betrachtungsweise eine der grössten, noch nicht völlig gelösten Schwierigkeiten, in welche die neuen Ansichten der Geologie verwickelt worden sind.

A. GESCHICHTETE FORMATIONEN.

Machen wir nun zuvörderst einige allgemeine Bemerkungen über die geschichteten oder neptunischen Gebirgs-

formationen. — Nur die Erdtheile, welche der Luft und dem herunterfallenden und strömenden Wasser ausgesetzt sind, werden zertrümmert. Schwer ist es anzugeben, wann diese Zertrümmerung begann, da wahrscheinlich die Erde, nachdem der Wasserdampf der Atmosphäre sich verdichtete, mit Wasser bedeckt war und lange bedeckt blieb; denn würde die Erde bis 300° sich erwärmen, so würde das Wasser die höchsten Berggipfel bedecken, da es sich viel stärker durch die Wärme ausdehnt, als die festen Bestandtheile der Erde. Da man in den ältesten Bildungen, welche durch zertrümmerten Gneis oder Granit entstanden sind, Ueberreste organischer Wesen findet, die bei einer Temperatur, wobei das Eiweiss gerinnt (80°), nicht leben können, so müssen wir annehmen, dass erst, nachdem die Erde schon bis zu dieser Temperatur erkaltet war, die Wasserabsätze, welche wir für die ersten ansehen, angefangen haben.

Die untersten aus Wasser abgesetzten Lager sind wir berechtigt, wenn wir keine Störungen nachweisen können, als die ältesten anzusehen, und nach dem Uebereinanderliegen der geschichteten Gebirgsarten bestimmen wir ihr Alter; wo wir durch die Lagerung das Alter nicht bestimmen können, entscheiden die organischen Ueberreste. Treffen wir ein Lager ohne diese Ueberreste, so verhinderte die Beschaffenheit der Flüssigkeit, aus der es entstand, die Entwickelung der organischen Wesen; bei dem kieseligen thonarmen Sandstein, bei dem reinen Kalkstein (Marmor), ist dieses z. B. der Fall gewesen, und nicht unwahrscheinlich ist es, dass in einigen Gegenden das älteste aus dem Wasser abgesetzte Gebirge, wie z. B. der Taunus, aus diesem Grunde keine organischen Ueberreste enthält, und nicht, weil die Temperatur bei der Bildung desselben zu hoch war.

Wenn wir in den ältern Bildungen auch keine Spezies finden, welche durchaus mit den jetzigen übereinstimmt, so lässt sich aus dem Bau der animalischen Ueberreste schliessen, dass sie Thieren angehörten, welche in Salzwasser und zwar im Meere lebten. Absätze von Flüssen, von Seen, mit süssem Wasser gefüllt, kommen in den frühern Bildungen nicht vor,

und kommen Ueberreste von Landthieren (Schnecken) oder Landpflanzen vor, so sind sie mit Ueberresten von Salzwasserthieren gemengt.

Grosse Inseln mit Buchten und Binnenseen, welche mit dem Meere in Verbindung standen, bildeten den Theil der Erdoberfläche, welchen zuerst das Wasser verliess. Chemisch und mechanisch wurden diese Theile durch das aus der Atmosphäre herunterfallende Wasser zerstört, und was das Wasser fortführte, wurde, mehr oder weniger weit vom Ufer entfernt, abgesetzt; bei der allmäligen Erkaltung der Erde trat das Wasser mehr zurück, mehr feste Erdtheile wurden entblösst, und auch die schon abgelagerten konnten von Neuem der zerstörenden Einwirkung der Wasserfluthen ausgesetzt werden.

So konnte, wenn das Gebirge *A*, Fig. 42, von Wasser entblösst worden war, sich zuerst die Schicht *a*, dann, wenn das Wasser bis *i* zurückgetreten war, die Schicht *b*, dann die Schicht *c*, *d*, *e* u. s. w. gebildet haben. Nach der verschiedenen

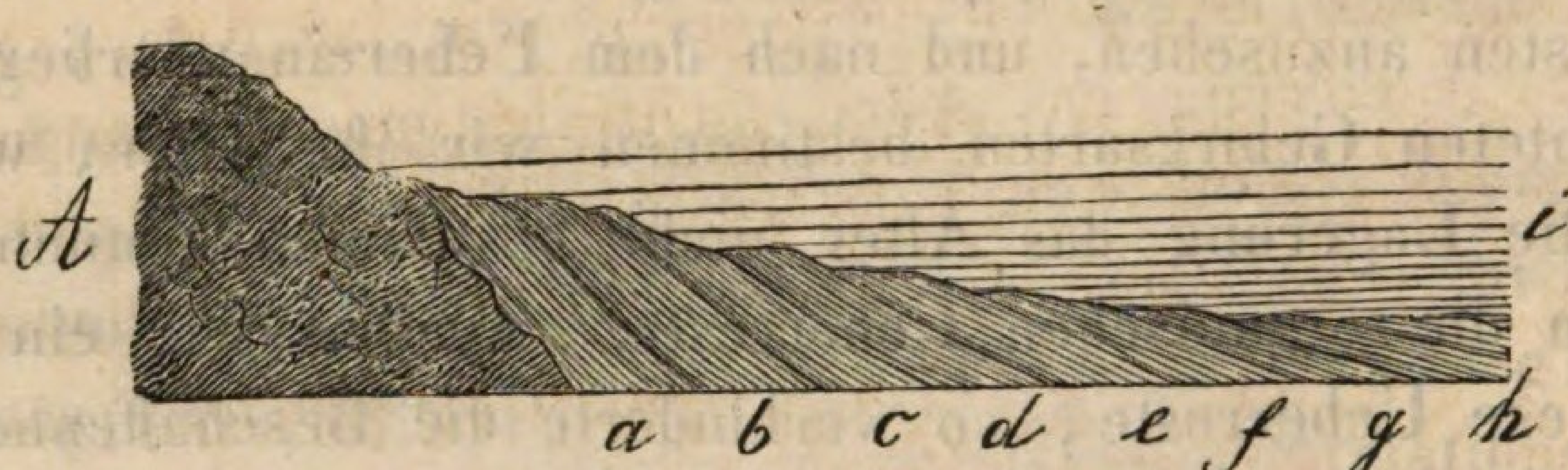


Fig. 42.

Zusammensetzung des zerstörten Urgebirges muss in verschiedenen Gegenden die Zusammensetzung der Schichten verschieden gewesen sein; gleiche Thier- und Pflanzenüberreste lassen in nahegelegenen Gegenden auf gleiche Bildungszeit schliessen.

Da die Oberfläche der Erde schneller erkaltet, als die innere Masse, so musste diese und muss auch noch jetzt gegen die Oberfläche drücken, die nachgebenden Theile derselben emporheben und zuletzt zersprengen, einige Theile der zersprengten Oberfläche konnten gehoben werden, andere sich senken und dadurch wurden neue Theile der zerstörenden Wirkung des strömenden Wassers ausgesetzt. Man pflegt die Bildungen der Erdoberfläche nach dem Alter in Urgebirge, Uebergangsgebirge, Flötz-

gebirge und tertiäre Gebirge zu theilen und es war diese Eintheilung namentlich früher gebräuchlich.

Urgebirge nennt man diejenigen, durch deren Zerstörung vermittelst Wasser die andern entstanden sind. Sie waren, durch eine hohe Temperatur, flüssig, und sind, wie daraus folgt, ohne Spuren von Pflanzen- oder Thierüberresten. In den ältesten Lagern des Uebergangsgebirges finden sich nicht allein die Bestandtheile der Mineralien des Urgebirges, sondern auch grössere abgerundete Stücke, aus denen man die Gebirgsart erkennen kann; so enthält ein grosses Conglomeratlager bei Clausthal im Harz abgerundete Granitstücke. Bildete sich in kleinen, mit dem Meere in geringer Verbindung stehenden Seen das Uebergangsgebirge, so kann man die Stelle am angrenzenden Urgebirge noch nachweisen, von woher die Stücke, welche die Schichten des Uebergangsgebirges bilden, herrühren, z. B. in dem kleinen Steinkohlenbecken von St. Etienne bei Lion.

Die erkennbaren Bruchstücke und die chemische Zusammensetzung der jüngern Gebirge zeigt uns, dass das Urgebirge aus Granit, Gneis, Syenit, Diorit und Kalkstein bestanden habe; der grösste Theil des Granits, Gneises und Syenits ist älter als das Uebergangsgebirge, z. B. der Granit und Gneis, woraus fast ganz Schweden, der grösste Theil von Böhmen und andere grosse Landstriche bestehen.

Suchen wir nun zunächst den Begriff von

FORMATION

festzuhalten und zu erklären. Formation heisst Bildung, Flötz etwas durch Wasser Zusammengeschwemmtes, Geflösstes; Flötzformation daher eine zusammengeschwemmte Bildung. Wir gebrauchen den Ausdruck Formation daher als Bezeichnung für gewisse natürliche Abtheilungen geschichteter Bildungen und rechnen zu einer Formation alle die Schichten, welche sich durch eine vorherrschende ähnliche Natur oder durch ihr gewöhnliches Zusammenvorkommen auszeichnen, ohne dass sie alle aus demselben oder ähnlichem Gesteine bestehen müssten, und von denen sich ferner voraussetzen lässt, dass

sie unter ziemlich gleichen äussern Umständen in ununterbrochener Reihe übereinander gelagert sind. Der letztere Umstand wird am besten durch die Lagerungsverhältnisse und durch die Versteinerungen erkannt.

Oft ist es der Fall, dass die Schichten einer Zeitepoche an dem einen Orte Reste von Meeresbewohnern und an einem andern solche des Festlandes oder der Landgewässer enthalten; man unterscheidet daher in dieser Beziehung Meeresformationen und Land- und Süsswasser-Formationen. Wir brauchen nur anzunehmen, dass irgend eine Gesteinschicht unsere jetzige gesammte Erdoberfläche überall gleichzeitig bedecke, so würde diese eine Schicht die Reste aller dieser verschiedenen Geschöpfe einschliessen. So zusammenhängende gleichzeitige Schichtenbildungen haben jedoch nie stattgefunden. Im Meere und in den Landseen lagerten sich getrennte Gruppen ab, welche wir wegen ihrer grossen Verschiedenheit auch als getrennte Formationen betrachten können, obwohl sie oft gleichzeitig entstanden sein werden; lässt sich nun diese Gleichzeitigkeit deutlich erkennen, so nennt man sie Parallelformationen oder Aequivalente. Das jedesmalige Land endlich konnte nur nach besondern Ereignissen, als Senkungen, Ueberfluthungen u. dergl., mit bedeutenden Schichtenablagerungen bedeckt werden. Die Dauer seines Bestehens als Land wird deshalb zuweilen kenntlich sein durch den Mangel der Schichten und Formationen gewisser Epochen, welche anderwärts vorhanden sind, sowie die Verbreitung der mit Meeresthieren erfüllten Schichten die ungefähre Ausdehnung des Meeres während ihrer Bildungsepoche andeuten wird. Da jedoch das Meer nicht überall gleichzeitig Absätze bildet, noch je gebildet hat, so wird auch die durch die Meeresformation gelieferte Idee von der periodischen Meeresausdehnung keine vollständige sein, eben so wenig als alle jedesmaligen Festlandtheile durch Ueberreste von Landbewohnern bezeichnet sein werden. Sehr begreiflich ist es übrigens, warum die Mächtigkeit der Formationen mit Landbewohnern nur gering ist, da ihre Umschliessung durch Ueberfluthung gewöhnlich mit Vernichtung ihrer Lebensbedingungen verbunden war; oft erfolgte sie durch dasselbe Ereigniss, welches

das Land in Meer verwandelte. Das ist nicht so der Fall bei Ablagerung der Schichten, welche Ueberreste von Meeresbewohnern einschliessen; in ihnen finden sich oft viele hinter einander lebende Generationen einer langen Periode begraben, da die Lebensbedingungen durch die Schichtenablagerung nicht nothwendig unterbrochen wurden. Manche Anhäufungen von Landpflanzen können allerdings in das Meer geschwemmt und dort zwischen Meeresmuscheln abgelagert sein, in den meisten Fällen sind sie jedoch, wie wir schon im vorhergehenden Abschnitte bemerkten, an Ort und Stelle, wo sie wuchsen, auch umschlossen worden.

Vereinzelte Landprodukte werden ziemlich häufig von den Flüssen ins Meer geführt, und dadurch sind zuweilen wahre Mischungen von Land- und Meeresgeschöpfen in denselben Schichten entstanden, welche jedoch stets nur auf Deltabildungen, Küstenablagerungen oder Meerbusenausfüllungen sich beschränken.

Jedoch müssen wir ausdrücklich noch bemerken, dass der Begriff von Formation nicht mathematisch genau bestimmt werden kann, und dass die Abgrenzung derselben mehr oder weniger individueller Beurtheilung überlassen bleiben muss. Eine grosse Anzahl besonders kenntlicher und auffallender Abschnitte sind freilich in der allgemeinen Schichtenreihe vorhanden und von allen Geologen als solche angesehen.

Es sind die Formationen um so gleichförmiger über grosse Länderstrecken verbreitet, einer je ältern Periode sie angehören und es entspricht diese Zunahme der Gleichförmigkeit nach unten gänzlich der zunehmenden Uebereinstimmung der Versteinerungen. Die ältesten Formationen sehen sich über grosse Länderstrecken sehr ähnlich, noch die Kreide zeigt sich als ein weit verbreiteter gleichförmiger Niederschlag, während die darüber liegenden Glieder der Molassegruppe schon mehr die Produkte lokaler Ablagerungen in weniger ausgedehnten Meeresbecken und Landseen sind.

Jede Formation hat einen besondern Namen erhalten, den man nach irgend einer hervorstehenden Eigenschaft wählte, z. B. nach dem vorherrschendsten, auffallendsten, oder dem

technisch anwendbarsten Gestein, nach irgend einer wichtigen Oertlichkeit, oder nach gewissen Versteinerungen, die sie enthält. Fast am besten haben sich jedoch die Namen bewährt, die von Provinzialbenennungen irgend eines auffallenden Gesteins entlehnt waren, wie z. B. Grauwacke, Zechstein, Keuper, Lias u. s. w., da sie durch ihre anscheinende Bedeutungslosigkeit von den Fortschritten der Wissenschaft unabhängig sind und in jeder Sprache leicht als neue Wörter aufgenommen werden können.

Wenn mehre Formationen überhaupt oder in gewissen Gegenden eine grosse Verwandtschaft mit einander zeigen, gewöhnlich zusammen vorkommen oder sich von ältern und jüngern schärfer abtrennen als unter sich, so nennt man ihre Vereinigung zur bessern Uebersicht eine G r u p p e. —

Nachdem wir nun diese allgemeinen Begriffe erörtert haben, können wir nunmehr zu der Betrachtung der einzelnen Gruppen und Formationen übergehen. Wir können dabei, so wie überhaupt bei der Beschreibung der an der Erdrinde sichtbaren Erscheinungen, entweder an der Oberfläche beginnen und von den unter unsern Augen vor sich gehenden Operationen, durch die in historischen Zeiten erfolgten Denkmäler der Veränderung zu denen von früherer Entstehung und auf diese Weise von dem Bekannten zum Unbekannten vorschreiten, so dass wir uns nach und nach den entfernten Zeiten eines dunklern Zustandes unseres Planeten nähern; oder wir können von dem ältesten erkennbaren Punkt der geologischen Zeit ausgehen und die auf der Erde vorgekommenen Ereignisse in der Ordnung verfolgen, wie sie stattfanden.

Das erstere Verfahren gewährt Anfängern einige Vortheile, indem dieselben eher im Stande sind durch eigene Beobachtungen dahin zu gelangen, eine richtige Ansicht von den Verhältnissen zwischen dem jetzigen und dem frühern Zustande der Erde zu erlangen. Denn indem sie von jetzigen Wirkungen zu dem Urzustande des Planeten übergehen, vermögen sie ihre Beobachtungen in Beziehung auf wirklich vorhandene Ursachen zu classifiziren, einzelne Thatsachen zu Gesetzen zu vereinigen und durch Vergleichung derselben mit dem jetzigen

Zustande der Natur zu den in Frage stehenden Kenntnissen zu gelangen.

Hat man dagegen den Zweck, die Reihe der geologischen Erscheinungen, deren Gesetze uns bekannt sind, deutlich darzustellen, so verdient der entgegengesetzte Weg den Vorzug. Das, was von dem Bau der Erde bekannt ist, in der Ordnung des Vorkommens der Erscheinungen, zu beschreiben — um eine Reihe von Darstellungen der verschiedenen Zustände der Erde zu zeigen — um zu beweisen, dass diese Verhältnisse auf andere, darauf folgende einwirkten, bis das jetzige Ansehn der Natur als eine Folge aller frühern Veränderungen erschien, ist in Wahrheit eine physische Geschichte unseres Planeten, nach demselben Plane, nach welchem auch die Geschichte ihrer Bewohner dargestellt wird.

Wir geben nun eine Uebersicht der Reihenfolge von den Gruppen und Formationen, wie sie aus einer Untersuchung von Mittel-Europa die geschichteten Gesteine ergeben haben. Andre Gegenden der Erde sind theils nicht so genau untersucht und theils würde man, wollte man ein System der geschichteten Formationen der ganzen Erdoberfläche aufstellen, weit allgemeinere Abtheilungen und Ausdrücke wählen müssen*).

I. GRAUWACKEN-GRUPPE.

1. Cambrische Formation.
2. Silurische Formation.

II. KOHLEN-GRUPPE.

3. Alter rother Sandstein, oder Devonische Formation.
4. Kohlenkalkstein.
5. Flötzleerer Sandstein.
6. Kohlengebirge.

*) Es ist die hier angenommene Formations-Eintheilung dieselbe, wie auf der vortrefflichen „geognostischen Uebersichtskarte von Deutschland, Frankreich, England und den angrenzenden Ländern," von dem Herrn Berghauptmann v. Dechen zu Bonn, welche ich als Haupthülfsmittel bei dem Gebrauche dieses Buchs empfehle, indem man dadurch die Verbreitung der verschiedenen Formationen in Mittel-Europa und ihre gegenseitigen Verhältnisse besser erkennen kann, als durch die weitläuftigste Beschreibung.

III. ROTHSANDSTEIN-GRUPPE.

7. Rothliegendes.
8. Zechstein.
9. Bunter Sandstein.
10. Muschelkalkstein.
11. Keuper.

IV. JURA-GRUPPE.

12. Lias.
13. Jura-Formation.
14. Weald-Formation.

V. KREIDE-GRUPPE.

15. Grünsand (Quadersandstein).
16. Kreide.

VI. MOLASSE-GRUPPE.

17. Untere }
18. Mittlere } Tertiär-Formation.
19. Obere }

VII. POSTTERTIAERE GRUPPE.

20. Geschiebe-Formation.
21. Neue Formation.

Die Grauwackengruppe oder die cambrische und silurische Formation nannte man und nennt sie auch noch die Uebergangs-Gebirge, wiewohl auch manche Geologen noch die Kohlengruppe dazu zählen. Die Gruppen von der der Steinkohlen einschliesslich oder ohne dieselben bis zu der der Kreide einschliesslich bezeichnet man mit der Collectivbenennung Flötz-Gebirge; die Molassegruppe endlich mit dem Namen Tertiär-Gebirge.

I. DIE GRAUWACKEN-GRUPPE.

Wir theilen dieselbe hier in das cambrische und in das silurische Gebirge; denn ist diese Eintheilung auch erst an wenigen Punkten von Europa richtig durchgeführt, so ist sie doch übereinstimmender mit den bei den Flötzgruppen angewendeten Prinzipien als die Eintheilung in Grauwacke und Thonschiefer und in Grauwackenkalk.

1. DIE CAMBRISCHE FORMATION.

Syn. Aelteres Uebergangsschiefergebirge; *Terrain de Transition inférieure*, *T. ardoisier*, franz.; *Cambrian System*, engl.

Auf den mächtigen Massen versteinerungsleerer krystallinischer, theils massiger, theils metamorphischer Gesteine, die wir in einer spätern Abtheilung unseres Werkes kennen lernen werden, erscheint an vielen Orten eine beinahe versteinerungsleere Reihe von Schichten, die in neuester Zeit der Geolog Sedgwick in Cambridge genauer untersucht und cambrisches System genannt hat, da er sie in England vorzüglich in denjenigen Gegenden studirte, welche die cambrischen Gebirge einnehmen. Sedgwick unterscheidet folgende drei Abtheilungen der Formation:

a. Snowdon-Gesteine. Verschiedenfarbige Thonschiefer von feinem Korn und ausgezeichneter Schieferung, mit Grauwacke und Kieselconglomerat. Er enthält einige Korallen (Cyathophylla) und Terebrateln. Die Mächtigkeit beträgt einige Tausend Fuss.

b. Bala-Kalk. Dunkler, dichter Kalkstein und Kalkschiefer. Er enthält einige Korallen und Terebrateln und hat eine nur geringe Mächtigkeit.

c. Plynlymmon-Gesteine. Grauwacke und Thonschiefer mit Bänken von Kieselconglomerat. Der hier auftretende Thonschiefer ist dunkel gefärbt, hart, dünnschiefrig und hat gewöhnlich eine solche Beschaffenheit, dass er in Platten zu verschiedenen Zwecken und namentlich zum Dachdecken benutzt werden kann. Er schliesst bisweilen einige Korallen und Fucoiden (Tangen) ein. Die Grauwacke ist sehr fest, vorherrschend grobkörnig, mitunter schiefrig und umschliesst Thonschiefer-Bruchstücke. Diese Abtheilung ist mehre Tausend Fuss mächtig.

Diese Schichten sind über einen grossen Theil von Cumberland, Westmoreland und Lancashire verbreitet, setzen malerische Gebirgsgegenden in Nordwales zusammen, erscheinen am Abfall des Grampiansgebirges im Westen von Schottland, umsäumen die massigen Gebirge Irlands, treten mächtig in Cornwall und ebenso auf den Inseln Anglesea und Man auf.

Eine scharfe Trennung der cambrischen Formation von den untern Schichten der silurischen findet nicht statt. Eben so wenig möchte eine Trennung von den metamorphischen Formationen mit Schärfe geschehen können, da Thonschiefer sehr oft in Talk- und Chloritschiefer, selbst in wahren Glimmerschiefer übergeht. Viele dieser Schichten der cambrischen Formation haben nach ihrem Absatze offenbar eine Veränderung erlitten, bei welcher sie aus dem Zustande mechanischer Absätze vermöge einer chemischen Wirksamkeit in einen krystallinischen Zustand übergegangen sind und bei welchem sich wahre Krystalle gebildet haben. Es wird dies durch die Krystalle von Chiastolith, Granat, Glimmer, Chlorit, Magneteisenstein, Talk, die in dem Thonschiefer vorkommen, so wie durch die Uebergänge desselben in Chlorit-, Talk- und Glimmerschiefer, deutlich bewiesen. Der durchaus festere Zustand des cambrischen Thonschiefers, seine häufig zu beobachtende Sprödigkeit und ungewöhnliche Härte, verbunden mit einer Spaltbarkeit nach Richtungen, welche diejenigen der Schichtungsflächen unter grossen Winkeln schneiden, lässt vermuthen, dass dieser Schiefer nach seinem Absatze aus den Gewässern gehärtet worden ist. Nehmen wir an, dass diese Härtung durch eine hohe Temperatur bewirkt worden sei, so stimmt es mit allen Erfahrungen der neuern Geologie und mit den bekannten physikalischen und chemischen Thatsachen gut überein. Wir vermögen auch einzusehen, wie krystallisirte Silicate, Granat, Glimmer u. s. w. sich bei einer höhern Temperatur bilden, und müssen zugeben, dass Krystalle von Magneteisenstein dabei bestehen können, da wir sie so häufig in geschmolzenen Gesteinen, Laven, Basalten antreffen.

Die Masse des ältesten Thonschiefers, die häufig mit Grauwacke wechselt, ist offenbar eine Sedimentbildung. Das Verhalten zur Grauwacke, diesem aus Bruchstücken zerstörter älterer Gesteine gebildeten Conglomerate, worin wir so allgemein verbreitet Feldspathkörner finden, zeigt dies unzweideutig an. Die Uebergänge dieses Schiefers in die krystallinischen Bildungen des Chlorit-, Talk- und Glimmerschiefers sind vielfach und von ausgezeichneten Geologen nachgewiesen worden, und können von Jedem selbst leicht beobachtet werden.

Die Metamorphose der cambrischen Gesteine tritt in den Pyrenäen, in der Bretagne, in den Alpen, in den Sudeten, am Harz, im Fichtelgebirge u. s. w. deutlich hervor, so dass sie der Beobachtung nicht entgehen kann.

In Deutschland ist das cambrische System gar wenig ausgedehnt zu finden. Vergebens sucht man es von einiger Mächtigkeit in den weit verbreiteten Grauwacken- und Schiefergebirgen der Ardennen, der Eifel, des Westerwaldes und des Harzes, ja im letztern Gebirge dürfte es sich gar nicht vorfinden. Von Trilobiten nebst Orthoceratiten, den charakteristischen Versteinerungen für diese ältern Schichten der Grauwackengruppe, sieht man nur Calymene macrophthalma und Blumenbachii, welche allen Formationen der Gruppe gemein ist und Orthoceratiten fast gar nicht. Vom Harz verdienen nur der Unterharz, die Gegenden von Bennekenstein, Stollberg und Harzgerode einer nähern Untersuchung, in wie weit sie Anspruch machen können, zur cambrischen Formation gerechnet zu werden. Die übrigen, der Grauwackengruppe angehörigen Gesteine des Harzes, besonders des Oberharzes, müssen zur folgenden Formation gerechnet werden. Dagegen ist die Grauwacke bei Ginetz im Pilsener Kreise Böhmens ohne Zweifel ein Glied dieser ältern Formation; der Reichthum an Trilobiten beweist es. In Schweden und auf der Insel Oeland ist die cambrische Formation nicht selten und wird durch eine grosse Mannigfaltigkeit von Trilobiten, so wie durch Orthoceratiten charakterisirt. Auch die Hügel, welche St. Petersburg umgeben, gehören hierher. In Frankreich tritt das cambrische System sehr mächtig in der Bretagne und in der Normandie auf. Das allgemeine Streichen der Schichten läuft von N. O. nach S. W.; sie bestehen hauptsächlich aus blauschwarzem Thonschiefer, der hin und wieder in den Talkschiefer übergeht, so wie aus schwachen Lagern gelblichgrauer schiefriger Grauwacke. Kalkstein findet sich nur sehr wenig.

Eine genauere Untersuchung der Grauwackengruppe auf dem Festlande von Europa zur schärfern Trennung in die cambrische und silurische Formation gehört noch zu den Aufgaben geübter Geologen; in England ist sie im Allgemeinen gelöst.

Die Schichten der cambrischen Formation sind stark aufgerichtet, wie auch die der silurischen und haben, wie diese, mannigfache Verrückungen erlitten. Die Aufrichtungen und die öfters so gewaltigen Zerrüttungen dieser beiden grossen Formationen haben im Allgemeinen vor der Ablagerung der Kohlengruppe stattgefunden, denn in den meisten Gebirgen ist letztere ungleichförmig auf die aufgerichtete Grauwackengruppe abgelagert.

Zahlreiche Granit-, Syenit-, Porphyr- und Dioritmassen haben die cambrische Formation gehoben und aufgerichtet, sind zwischen ihre Lagen eingedrungen, oder haben dieselben durchbrochen und die Schichten zersprengt. Als eine Folge derartiger Zerrüttungen erscheinen manche enge, felsige Querthäler in der Grauwackengruppe.

Die zahlreichen Sprünge und Spalten, welche dabei entstehen mussten, sind zum grossen Theil mit Erzen ausgefüllt und man findet daher auch im cambrischen Gebirge viele Erzlagerstätten; es gehören z. B. die Zinn- und Kupfererz-Gänge in Cornwall hierher, mancher andern nicht zu gedenken, da wir, wie schon bemerkt, die Ausdehnung der Formation auf dem Festlande von Europa noch nicht so gut kennen.

Die Formen der silurischen und der cambrischen Gebirge sind sich im Ganzen sehr ähnlich. Letztere erscheinen häufig in einem höhern Niveau, da sie, angelehnt an krystallinische und plutonische Massen, mit diesen höher gehoben worden sind, als die entferntern silurischen Schichten.

Bei mächtiger Entwickelung und starker Aufrichtung der Schichten sieht man tiefe, enge und felsige Thäler, mit steilen und trümmerbeladenen Gehängen und diese öfters durch treppenartige Absätze der Schichtenköpfe des Schiefers ausgezeichnet, so im Rheinthal zwischen Bingen und Coblenz, im Mosel- und im Ahrthal. Herrschen Kalkmassen vor, so bilden sie meistens ausgezeichnete Felsen, in den verschiedenartigsten, rauhesten und wildesten Gestalten, nicht selten unersteigliche, mächtige Felswände, Hörner und Zacken, wie z. B. der Hybichenstein am nordwestlichen Harz, so wie mehre Partien in den Alpen, in Shropshire und Montgomery in England.

Erreichen dagegen die Massen keine bedeutendere Höhe, und sind die Schichten, wenn auch in aufgerichteter, doch auf grössere Strecken in gleichförmiger Stellung, so zeigt das ganze Grauwacken- und Thonschiefergebirge breite, kuppige und flachgewölbte Berge oder langgezogene Rücken und ermüdet durch Einförmigkeit seiner Formen, wie z. B. in den Ardennen.

2. DIE SILURISCHE FORMATION.

Syn. Jüngeres Uebergangs-, Schiefer- und Grauwackengebirge; *Terrain anthraxifère, étage inférieur*, franz.; *Silurian System*, engl.

Die obere Abtheilung der grossen Grauwackengruppe nennt Murchison silurische Formation, da er sie vorzüglich in dem Landstrich, im jetzigen Wales, entwickelt fand, welcher das alte Königreich der Siluren bildete, jenes wackern celtischen Stammes, der den römischen Legionen unter den Kaisern Claudius und Nero so tapfern Widerstand leistete.

Die wichtigsten Gesteine dieser Formation sind dichte und schiefrige Sandsteine, kieselige und kalkige Conglomerate, dichte und schiefrige Kalksteine, Thonschiefer, Grauwacke und Quarzfels. Kieselschiefer, Wetzschiefer, Brandschiefer, Alaunschiefer, Dolomit und Zeichenschiefer erscheinen untergeordnet. Die Schichtung ist durchaus deutlich und die Schichtenstellung höchst verschieden. Aufgerichtete Schichten sind Regel, gebogene häufig, horizontale Seltenheit.

Die Flora der silurischen Formation ist arm. Ausser einigen Fucoiden und Calamiten kommen keine andern erkennbaren Pflanzenreste vor, ja in England sind in den unzweifelhaft silurischen Gesteinen gar keine Landpflanzen gefunden worden. Dagegen treten in grosser Menge Schalthiere auf, und die Orthoceratiten und Trilobiten, so wie die Goniatiten (eine Abtheil. der Ammoniten, meist mit ungetheiltem Dorsal), sind charakteristisch. Von Fischen trifft man selten einige Reste; häufig dagegen Crinoïdeen und Korallen.

Die merkwürdigsten, leitenden Versteinerungen der Silur-Formation sind untenstehend abgebildet:

1

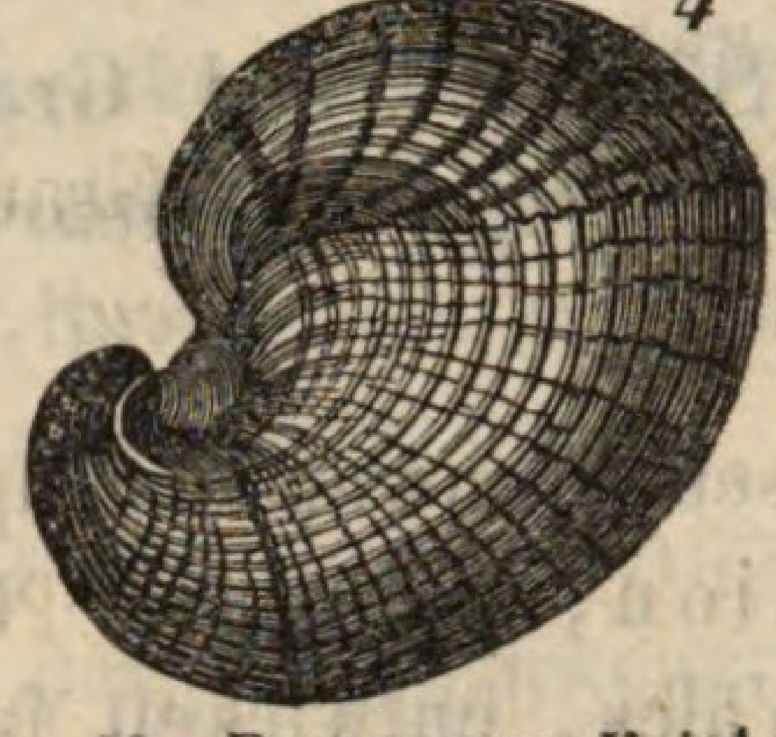
Fig. 43.
Orthis orbicularis.

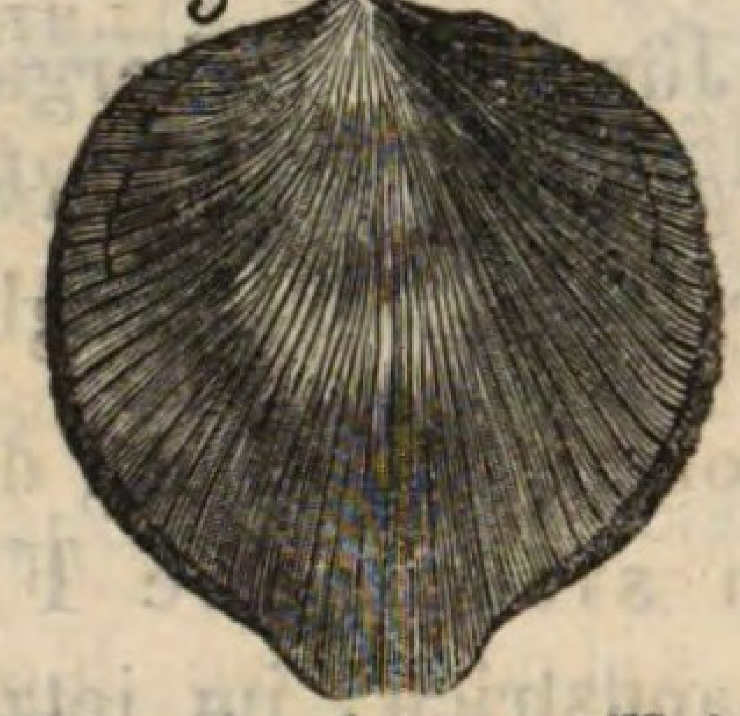
2

Fig. 44.
Terebratula navicularis.

3

Fig. 45.
Orthis navicularis.

4

Fig. 46. Pentamerus Knightii.

5

Fig. 47. Atrypa affinis.

6

Fig. 48. Orthoceras ventricosum.

7

Fig. 49. Lituites giganteus.

Die Kalksteine enthalten, wie in allen, so auch in dieser Formation die meisten und die best erhaltenen thierischen Reste. Die silurischen Kalksteine sind häufig dicht, zuweilen von etwas krystallinischem Korn und haben im Allgemeinen eine dunkle Farbe. Hin und wieder erscheinen auch ziemlich reine rothe, braune, gelbe u. m. a. Farben, und wenn das Gestein dabei dicht und gleichförmig ist, so wird es als Marmor verarbeitet, so wie dies auch mit mehren dunkeln Abänderungen der Fall ist, wenn sie gestreift, gefleckt u. s. w. sind. Sehr schöne Marmorarten dieser Art findet man am Harz, im Nassauischen und in Belgien. Oefter ist der Kalk auch thonig, schiefrig und mitunter conglomeratartig. Die Grauwacke tritt häufig in der schiefrigen Abänderung auf.

Der Thonschiefer ist in der Regel ziemlich weich und verwitterbar, zuweilen sandig und kalkig und der Sandstein ist häufig schiefrig und glimmerführend. Einige Abänderungen von conglomeratartiger Beschaffenheit ähneln der Grauwacke, werden fälschlich auch mit diesem Namen belegt, und, wenn sie schiefrig sind, eben so unrichtig Grauwackenschiefer genannt. Der Quarzfels ist bald körnig und dicht, bald schiefrig und glimmerführend. Es durchsetzen ihn, so wie den Thonschiefer, öfters Trümmer und Schnüre von weissem Quarz.

Auch die silurische Formation ist in England, durch Murchison, am genauesten untersucht worden. Sie zeigt sich dort vorzüglich an der Grenze von Wales entwickelt und ist auch im südlichen Theile dieser Provinz zwischen der Kohlengruppe und der cambrischen Formation verbreitet. Murchison unterscheidet folgende vier Abtheilungen:

a. Die Llandeilo-Bildungen sind die Basis oder das Liegende der ganzen Silurformation in England und bestehen aus Sandstein, der häufig als Quaderstein benutzt wird, aus dunklem, thonigem, in starken Platten (*flags* im Engl.) vorkommendem Schiefer, aus Kalkschiefer und kieseligen Conglomeratbänken. Die Mächtigkeit dieser Abtheilung beträgt 1200 Fuss und sie ist besonders zu Llandeilo in Caermarthenshire, bei Builth in Radnorshire und bei Shelve in Shropshire entwickelt. Sie enthält viele Trilobiten, besonders Asaphus Buchii und A. tyrannus; ausserdem einige Molluskengeschlechter, und es ist eine interessante Thatsache, dass neben manchen erloschenen, den untern silurischen Gesteinen eigenthümlichen Schalthierformen, wie Orthoceras, Pentamerus, Spirifer und Productus, andere vorkommen, die noch jetzt lebenden Geschlechtern angehören, wie Nautilus, Turbo, Buccinum, Turritella, Terebratula und Orbicula.

b. Caradoc-Sandstein nennt Murchison die Schichten von Horderley und der May-Hügel, in Shropshire, nach der dort vorhandenen höchst malerischen Gegend von Caradoc genannt. Jedoch sind sie auch in Worcestershire, Gloucestershire, Caermarthenshire und Montgomeryshire entwickelt. Die unterste Lage besteht aus dickgeschichtetem, rothem und grünem

Sandstein und erdigem Kalkstein; die obern aus thonigem, dünngeschichtetem Kalkstein und aus schiefrigem und dünnblättrigem, grauem Sandstein. Die Mächtigkeit der ganzen Abtheilung beträgt 2500 Fuss. Fast alle am häufigsten vorkommenden Versteinerungen gehören denselben Geschlechtern an, wie die in den folgenden Abtheilungen erscheinenden, jedoch zeigen sich verschiedene Spezien.

c. Die Dudley- und Wenlockgesteine bestehen zu unterst aus Schichten von dunkelgrauem, thonigem Schiefer, der wenig Glimmer führt und gewöhnlich Massen von erdigem Kalkstein einschliesst. Er ist hauptsächlich an der Westseite der Malvernhügel, in Montgomery u. s. w. beobachtet. Auf den Schiefer folgt der sogen. Wenlock-Kalk, Schichten von dichtem, bläulichem, krystallinischem, so wie von grauem groberdigem Kalkstein, der hauptsächlich bei Dudley, woselbst grosse Steinbrüche darin betrieben werden, zu Wenlock in Shropshire und in Caermarthenshire auftritt. Beide Schichtenreihen sind 1800 Fuss mächtig. Bei Dudley finden sich sehr viel Trilobiten und überhaupt ist der Kalkstein daran, so wie an Korallen und Encriniten reich, welche letztere jedoch andern Spezien angehören, als die im Bergkalk der Kohlengruppe vorkommenden. Besonders häufig ist die Kettenkoralle, Catenipora escharoides; unter den Muscheln erscheinen die Geschlechter Euomphalus, Productus, Atrypa und manche andere.

d. Ludlow-Gesteine. Unmittelbar unter dem alten rothen Sandstein der Kohlengruppe liegt ein dünngeschichteter grauer Sandstein mit wenig Glimmer. Diese obern Schichten der Ludlowgesteine sind besonders in der Nähe des Schlosses Ludlow in Shropshire entwickelt, auch beim Schlosse Croft in Herefordshire; sie bilden ferner den Westabfall der Malvern- und Abberly-Hügel in Worcestershire, die westliche Abdachung der Hügel bei Mai und dem Schlosse Pain in Radnorshire, so wie auch die Trewerne-Hügel.

Zu unterst in dieser Abtheilung der Ludlowgesteine liegen Schichten von schiefrigem Sandstein und Schiefer von dunkler Farbe, mit Nieren oder Massen von erdigem Kalk. Es erscheinen diese Schichten an den Felsabstürzen von Mocktree

und Brindgwood-Chase, so wie im Woothopthale in Herefordshire, an den Felsabstürzen von Montgomery und an mehren Orten in Shropshire.

Unter diesem Sandstein liegt ein Kalksteinlager, der sogen. Ludlow- und Aymestry-Kalkstein, von grauer und bläulicher Farbe, von thoniger Beschaffenheit und etwas krystallinischem Korn. Man beobachtet es hauptsächlich in der Umgegend von Aymestry in Herefordshire, in einigen Gegenden von Shropshire und zu Sedgley in Staffordshire.

Die Abtheilung der Ludlowgesteine hat die bedeutende Mächtigkeit von 2500 Fuss. Jede von den drei Unterabtheilungen derselben wird durch eigenthümliche Versteinerungen charakterisirt. Die merkwürdigsten derselben sind die Flossenstacheln (Ichthyodoruliten), ferner Schuppen, Kieferknochen, Zähne und Coprolithen von Fischen einer sehr vollkommenen Organisation. Sie finden sich in den obern Schichten der Ludlowgesteine und sind die ersten genau bekannten Reste von Wirbelthieren.

Unter den fossilen Muscheln finden sich Spezien von Leptaena, Orthis, Terebratula, Avicula, Trochus, Orthoceras, Bellerophon u. m. a. — Auch verschiedene Spezien von den, für die Silurformation überhaupt charakteristischen Trilobiten finden sich in dem untern Ludlowkalkstein. Calymene Blumenbachii und Asaphus caudatus sind in diesem und in dem Kalkstein der vorhergehenden Abtheilung gewöhnlich.

Einige von den obern Ludlowsandsteinen haben wellenförmige Erhabenheiten, was ein Beweis ihres successiven Niederschlags ist, und dasselbe lässt sich von dem feinen Thonschiefer sagen. In demselben Schiefer sind manche Zoophyten in aufrechter Stellung eingeschlossen gefunden; sie sind daher offenbar an den Stellen, an denen sie am Meeresboden wuchsen, fossil geworden. Auch Graptolithen, jene räthselhaften, noch nicht gehörig erkannten, wahrscheinlich Zoophyten angehörenden Reste, sind häufig gefunden worden.

Die Leichtigkeit, mit der diese obern silurischen Schiefer unter Einwirkung der Atmosphärilien in Schlamm verwandelt werden, beweist, dass sie sich ihres Alters ohnerachtet noch

fast in demselben Zustande befinden, in welchem sie zuerst auf dem Meeresboden abgesetzt wurden und dass sie durch keine der bei der cambrischen Formation erwähnten Einwirkungen in harte, krystallinische Gesteine verwandelt wurden.

In Deutschland tritt die Silur-Formation sehr ausgedehnt auf und man kann hier die von Murchison aufgestellten Abtheilungen mehr oder weniger parallelisiren. Jedoch ist dies noch auf keine durchgreifende und übersichtliche Weise geschehen. Im Allgemeinen kann man in Deutschland, in dem grossen rheinischen Schiefergebirge und in Belgien drei Gruppen unterscheiden.

Die untere Gruppe besteht vorzüglich aus Grauwacke, Thonschiefer, Sandstein und Kalkstein. Zu ihr gehört der grosse Zug der ältern versteinerungsreichen, rheinischen Grauwacken- und Thonschieferbildung, die unter dem Cornitenkalk liegenden Schichten in der Eifel, den Ardennen, in den Maasgegenden und wahrscheinlich auch ein Theil des harzeschen, fichtel- und erzgebirgischen, böhmischen und mährischen Uebergangsgebirges, die sämmtlich in Beziehung auf die, die verschiedenen Abtheilungen unserer Formation charakterisirenden, Versteinerungen noch nicht genau untersucht sind.

Man findet in diesen Schichten fast alle Versteinerungen des Cornitenkalks, der besonders in der mittlern Gruppe mächtig ist, zu dem noch viele Orthoceratiten, Trilobiten, insbesondere, nebst Asaphus, die Geschlechter Ogygia, Calymene, Trimerus, Dipleurra, Paradoxites, Conocephalus, Agnostus, gehören. Die Schiefer-, vorzüglich aber die Kalkschichten sind öfters so reich an Orthoceratiten oder Trilobiten, dass sie darnach benannt worden sind.

Die in der Grauwacke und im Sandstein vorkommenden Crinoïdeen- und Schalthier-Versteinerungen sind gewöhnlich nur als Steinkerne vorhanden, wie z. B. Encrinites epithonius, der vorherrschende Encrinit dieser Gruppe, dessen Steinkerne unter dem Namen Schraubenstein bekannt sind, Spiriferen, welche häufig in diesen Schichten liegen und deren Steinkerne Hysterolithen heissen. Mitunter sind die Versteinerungen auch verkieselt, wie z. B. im Thonschiefer von Bissenbach bei Dillingen, dessen Goniatiten in so viele Sammlungen übergegangen sind. Auch bei Clausthal im Oberharze finden

sich solche verkieselte Versteinerungen. Der Kalkstein dieser Gruppe ist einer der ältesten petrefactenführenden Kalke, und ihm müssen wohl die Uebergangskalksteine von Elbersreuth im Fichtelgebirge, von Prag und St. Petersburg, der Orthoceratitenkalk Schwedens, Norwegens, Nordamerikas und mehrerer anderer Gegenden beigezählt werden.

In Schweden liegen in der untern Gruppe der Silur-Formation starke Bänke von Alaunschiefer und Brandschiefer, gemengt mit Bänken von Stinkstein. Im Thonschiefer kommen die schon erwähnten sonderbaren Graptolithen vor, die, von der Seite betrachtet, das Ansehn einer hakenförmig gezähnten Säge haben und wahrscheinlich einen Polypenstock bildeten. Im Kalkstein finden sich ungewöhnlich grosse Orthoceratiten und Trilobiten.

Die mittlere Gruppe besteht aus kalkigen Gesteinen und die Hauptmasse bildet ein dichter, grauer, öfters sehr dunkler Kalkstein. Selten treten schiefrige und mergelige Abänderungen auf. Manche Lager dieses Kalksteins werden als Marmor verarbeitet, so z. B. der schwarze von Golzinne, nördlich von Namür, so wie mehre andere schwarze und graue Abänderungen zwischen Sambre und Maas, so wie der schwarze bei Rübeland im Harz. Die obern Lager sind manchmal thonig oder sandig und zerbröckeln an der Luft.

In den Rheingegenden tritt der durch seine Versteinerungen so bekannte Eifeler Kalk als Repräsentant dieser Gruppe auf. — Man kann zwei Lagen unterscheiden; die obere durch zahlreiche Exemplare von Strygocephalus bezeichnet, und die untere durch Korallenreste, namentlich durch Cyathophyllen oder Corniten ausgezeichnete Lage. Man nennt erstere daher Strygocephalen- und letztere Corniten-Kalk.

Der erstere ist zwischen Bensberg und Heumar unfern Köln, auf der Lustheide zwischen Bensberg und jener Stadt, bei Refrath, Gronau, Pfaffrath zu beobachten, sodann auf dem rechten Rheinufer oberhalb Villmar an der Lahn. Ausser den Strygocephalen kommen darin noch gewöhnlich vor: Gypidium, Megalodon, Cardita, Conocardium, Turritella, Buccinum, Euomphalus, Bellerophon, einige Korallen und Crinoïdeen. Dagegen fehlen Terebratula und

Spirifer beinahe ganz und die Geschlechter Orthis, Producta, Orthoceratites sind darin noch gar nicht gefunden worden.

Der Cornitenkalk ist besonders in der Eifel mächtig entwickelt, sodann in Nassau bei Langenaubach, Limburg, Villmar u. a. m. a. O. zu beobachten, und es gehören ihm auch die Kalksteinlager von Givet, diejenigen zwischen der Maas und der Sambre, mehre des Hundsrücks, des Westerwaldes und des westphälischen Schiefergebirges, des Fichtelgebirges und des Harzes (z. B. in der Umgegend von Elbingerode) an.

Die Korallen, worunter Cyathophyllum am häufigsten erscheint, begleitet von Calamopora, Anthophyllum, Stomatopora, Heliopora, Halysites, Harmodytes u. e. a. erfüllen ganze Lagen, bilden wahre Korallenbänke, und ihre Verästelungen, bisweilen wohl noch in ihrer ursprünglichen Stellung, durchziehen öfters mehre Schichten, ja selbst abwechselnde Lager von Kalk und Mergel.

Die Crinoïdeen, Melocrinites, Platycrinites, Actinocrinites, Eucalyptocrinites, Eugeniacrinites, erscheinen häufig. Von Schalthieren kommen vorzüglich vor: Terebratula, Calceola, Trigonetetra, Strophomena, Megalodon, Cardium, Euomphalus, Bellerophon, Cyrtocera, Spirula, einige Orthoceratiten, Goniatiten mit meistens ungetheiltem Dorsal und ungefalteter Schale, viele Spiriferen, wenige Producten und Orthis, und einige Trilobiten, besonders aus dem Geschlechte Asaphus.

Obgleich dieser Kalk weniger mächtig entwickelt ist als der Kohlenkalk, so tritt er doch immer in sehr bedeutenden Massen auf und bildet sehr oft malerische Felsen, wie z. B. im Maasthal und im Bodethal bei Rübeland am Harz. In der Eifel erscheint in seinem Gebiet auch Dolomit.

Die obere Gruppe besteht vorzüglich aus Thonschiefer, Grauwacke und Sandstein, die mehrfältig mit einander abwechseln. Im Thonschiefer liegen auch öfter Kalkbänke. Die verbreitetsten Petrefacten dieser Gruppe sind: Posidonia Becheri, eine Leitmuschel für diese Schichten, Pecten grandaevus, Avicula lepida, Orthoceratites strio-

latus. In Kalksteinbänken kommen Goniatiten mit getheiltem Dorsal-Lobus und gefalteter Schale vor, wie z. B. zu Erdbach unfern Herborn im Nassauischen.

Diese Schichten entsprechen dem obern Schiefergebirge in den Ardennen, und dem Goniatitenkalk von Erdbach entspricht der Kalkstein zwischen Huy und Choquier bei Lüttich, und der Kalkstein zu Stadt Berge im Waldeckschen, worin sich mit Goniatites retrorsus auch der gewöhnliche Encrinit des Grauwackengebirges (E. epithonius) findet. — Ferner dürfte auch zu dieser Gruppe der Thonschiefer, die Grauwacke und der Sandstein des Oberharzes und des Rammelsberges zu zählen sein; und endlich gehören auch der quarzige Sandstein, der Thonschiefer und der Kalkstein in der Bretagne und in der Normandie hierher, die dann noch von weiter unten zu erwähnenden Anthracitbildungen bedeckt werden*).

Im Nassauischen tritt in dieser Gruppe die merkwürdige Schalsteinbildung auf, welche das Ansehen hat, als sei sie in langgezogenen Keilen in den Schichtenverband eingeschoben worden. Sie ist aus mannigfaltigen Abänderungen von Schalstein (d. h. einem innigen Gemenge von Thonschiefermasse und krystallinischem Kalk, der mandelsteinartig in jener liegt), chloritischen Schiefern und aus Kalkmassen zusammengesetzt, und steht in vielfacher Verbindung mit Grünstein und Eisenerzen. Sie trägt alle Kennzeichen einer durch plutonische Wirkungen veränderten Ablagerung. Bisweilen schliesst sie jedoch Versteinerungen ein.

Crinoïdeen und Korallen, welche in den tiefern Schichten so viele enthalten sind, kommen in dieser obern Gruppe wenige vor.

Anthracit-Gebirge (*Terrain anthraxifère*) nennt man die Silur-Formation mit gutem Grunde, da sie viele Anthracit-Lagerstätten umschliesst. Es gehören ohne Zweifel die von Bully-Fragry im Loire-Depart., von Montrelais, Mouzeil, Nort, Languin in der Bretagne, die von Killarney, die in den Grafschaften Cork und Limerik in Irland, die

*) Die Sandsteine des Oberharzes werden auch als der Kohlengruppe angehörend angesprochen, jedoch wohl mit Unrecht.

im nördlichen Devonshire in England, die in Massachusets, Pennsylvanien und Virginien in Nordamerika hieher.

Pflanzenreste kommen damit sparsam vor. Es sind Reste von Equiseten, Calamiten, Fucoiden. In den pennsylvanischen Anthracit-Bildungen sollen auch Farren vorkommen und die Pflanzenreste bisweilen in mehren Fuss starken Schieferlagen in grosser Menge liegen.

Diese Kohlenablagerungen sind in der That recht interessant. Sie beweisen, dass in einer frühern Zeit der Bildung unseres Planeten, in welcher so viele mächtige Meeresbildungen abgesetzt wurden, auch schon festes Land vorhanden und von Pflanzen bekleidet war. So geht denn, wie wir schon in dem vorhergehenden Abschnitt bemerkten, dem ersten thierischen Leben in den Meeren der Erde auch schon ein pflanzliches auf dem Lande zur Seite. Europa und Nordamerika scheinen in jener entfernten Zeit gleichen Entwickelungsgesetzen gefolgt zu sein.

Im hohen Grade ausgezeichnet ist die silurische Formation durch ihre Erzführung, durch Mannigfaltigkeit und Reichthum ihrer Erzlagerstätten. Mehre wohlbekannte Erzgebirge sind aus ihren Schichten zusammengesetzt. Eisen-, Blei-, Kupfer-, Zink-, Spiessglanz-, Kobalt-, Mangan-, Quecksilber-, Silber- und Golderze kommen, sowohl auf Gängen, als in lagerartigen Massen darin vor. Die vielen Eisenerz-Lagerstätten des Harzes, des Siegener Landes, Nassau's, des Fichtelgebirges und des Voigtlandes, Böhmens u. s. w. liegen darin; ferner ein grosser Theil der Bleierz-Lagerstätten Böhmens, des Harzes, des westphälischen, siegenschen und rheinischen Gebirges, die Kobaltgänge des Siegenschen, mehre Kupfererzlagerstätten Ungarns, des Harzes (wobei die des Rammelsbergs), des Siegenschen und Dillenburgschen; die Spiessglanz-Vorkommnisse an der Ahr, am Harze, in Böhmen, Ungarn, in Frankreich; die Manganerze von Devonshire; die Quecksilbererze von Almaden in Spanien und von Zalathna in Ungarn; die Silber- und Golderze von Zacatecas und im Norden von Zimapan in der Kette der Nevados der columbischen Anden u. s. w.

Die Silurformation des Rheinlandes ist auch reich an Thermen, d. h. warmen Quellen und an Säuerlingen. Aachen, Burtscheid, Ems, Wiesbaden, Schlangenbad, diese bekannten Thermen entsteigen den Schiefer- und Grauwackenschichten, und eben so die Sauerquellen von Selters, Fachingen, Geilnau und Schwalbach. An vielen Punkten der Wetterau und zwischen der Lahn und dem Main fliessen starke Sauerquellen unbeachtet ab. Auch die Salzquellen der Saline Nauheim kommen aus der Grauwacke, und im Eifeler Schiefergebirge tritt an vielen Stellen gasförmige Kohlensäure in die Luft aus. Sowohl in der Eifel, als auch in den Umgebungen des Laacher-Sees sind zahlreiche wahre Kohlensäure-Quellen bekannt; die bekanntern davon sind das Brudeldreis (d. h. aufkochendes Wasser), Birrosborn gegenüber und der Wellerborn (aufwallende Brunnen) bei Hetzerath unfern Trier. An beiden Orten strömt Kohlensäure in einer beckenförmigen Vertiefung aus Spalten des Gesteins hervor. Wenn sich nun Regenwasser in den Becken angesammelt hat, so streicht die Kohlensäure unter Blasenwerfen und Sprudeln durch das Wasser. Beim Brudeldreis hört man das dadurch verursachte Tosen schon in einiger Entfernung. Ist nun das Wasser ausgetrocknet, so tritt die Kohlensäure frei in die Luft aus. Kleine Thiere, Feldmäuse und Vögel, welche sich in die beckenförmige Vertiefung wagen, finden darin ihren Tod, indem sie in der Kohlensäure-Atmosphäre ersticken.

Alle diese Quellen treten theils in Gegenden auf, wo sich unverkennbare Spuren ehemaliger vulkanischer Thätigkeit vorfinden, theils in der Nähe plutonischer Massen.

Die allgemeine Aufrichtung der Schichten der Silur-Formation, die mannigfachen Verrückungen, die ihre Schichten erlitten haben, können wohl, so wie das Auftreten von Thermen und Säuerlingen, in dem Heraufsteigen der vulkanischen und plutonischen Massen, in ihrem Eindringen in die Schichten, oder in ihrem Durchbruch ihren Grund haben. Vielfältig sieht man Diorit, Granit, Porphyr, Syenit, Basalt u. s. w. in den Schichtenverband eingeschoben und dadurch den Zusammenhang desselben unterbrochen.

Jedoch findet man zuweilen auch silurische Schichten in horizontaler Lage, wie z. B. im südlichen Schweden, wo die verschiedenen Lagen von Thonschiefer, Grauwacke, Sandstein und Kalkstein, in correspondirenden Höhen mehre Meilen von einander entfernter Berge, einen gleichen mineralogischen Charakter und gleiche organische Reste zeigen. Es ist daher klar, dass diese Schichten seit der Zeit ihrer Bildung nie gestört worden sind, ausgenommen durch solche stufenweise Bewegung, durch welche grosse Ländermassen, wie Skandinavien, langsam und unmerklich gehoben werden oder niedersinken. Auch die Kalksteine und Thonschiefer in den Umgebungen der grossen Seen in Canada liegen grösstentheils horizontal. — Diese Abweichungen von der allgemeinen Regel, dass diese ältern Schichten im Allgemeinen aufgerichtet und überhaupt sehr gestört vorkommen, sind sehr wichtig.

Was nun endlich die Verbreitung der Silur-Formation anbetrifft, so ist sie sehr bedeutend, obgleich wir dieselbe auch noch nicht überall genau kennen und die, überhaupt nicht scharfen Grenzen gegen die cambrische Formation nicht genau zu bestimmen im Stande sind. Da wir schon weiter oben spezielle Nachweisungen über die Verbreitung gaben, so können wir uns hier nur auf eine allgemeine Uebersicht beschränken.

Zwischen der Maas und dem Rhein tritt die Silur-Formation mächtig auf an den Ardennen, an der Hohen Veen, in der Eifel und in den Moselgegenden bis zum Hundsrück; diesseits des Rheins im westphälischen und siegenschen Gebirge, am Westerwald, in der Wetterau und am Taunus, sodann am Fichtelgebirge, im Voigtlande und am Harz. — In Böhmen erfüllt sie das Land zwischen den westlichen Zuflüssen zur untern Moldau, sie ist ferner in Mähren, an den Karpathen, in Süd-Polen, im südlichen Schweden, in Norwegen, im Westen und Süden von England, im Süden von Schottland entwickelt, in Irland, in der Bretagne und Normandie, in den Umgebungen von Carcassonne in den Pyrenäen, in den östlichen Norischen Alpen und in West-Ungarn. In Russland kennt man die Silur-Formation am Ural und bei St. Petersburg; in grosser Verbreitung erscheint sie ferner in Nordamerika, in

Mexico, Peru und Brasilien. In Afrika hat man analoge Bildungen am Cap, südlich von der nubischen Wüste und im Berberland beobachtet.

II. DIE KOHLENGRUPPE.

In becken- und muldenförmigen Vertiefungen sieht man an vielen Orten zunächst über der Silurformation und unter dem Rothliegenden die eben so mächtige als wichtige Steinkohlengruppe, zum Unterschiede von den jüngern Kohlenbildungen auch Hauptsteinkohlengebirge genannt. Obgleich die Formation nur kleine Flächenräume einnimmt, so verdient sie doch, wegen ihrer ausnehmenden Wichtigkeit für alle gewerblichen und man kann wohl sagen für die socialen Verhältnisse eines bedeutenden Theils von Europa, die grösste Beachtung. Für England ist diese Wichtigkeit überall anerkannt, für Frankreich beginnt man sie in grössern Kreisen zu fühlen, und um die Verhältnisse des preussischen Staats, der in Deutschland den grössten Steinkohlenreichthum hat, anzudeuten, verdient wenigstens der Umstand eine Erwähnung, dass 300 Quadratmeilen des dichtesten Waldes erforderlich wären, um nachhaltig jährlich ein Aequivalent der jetzt producirten Steinkohlen zu liefern. Bei vollkommener Entwickelung hat die Gruppe folgende Formationen:

3. DIE DEVONISCHE ODER FORMATION DES ALTEN ROTHEN SANDSTEINS.

Syn. Old red Sandstone, engl.

Diese Formation bildet das unterste Glied der eben so mächtigen als wichtigen Steinkohlengruppe und ist besonders in England entwickelt und untersucht. In Herefordshire, Worcestershire, Shropshire und Südwales hat sie eine ungeheure Entwickelung erreicht, tritt unter der Steinkohlenformation hervor und ist der Silurformation aufgelagert. Murchison schätzt die Mächtigkeit der Formation in jenen Gegenden auf nicht weniger als 10,000 Fuss. Sie besteht dort aus drei Abtheilungen: zunächst aus rothem und grünem, schiefrigem Sandstein, der theils weich und glimmerreich, theils sehr hart und fest ist, so dass man ihn zum Dachdecken benutzen

kann (daher *Tilestone* genannt); es folgt darauf rother und grünlicher conglomeratischer Kalkstein mit Zwischenlagern von buntfarbigem Thonmergel und mit Bänken von Sandstein (*Cornstone and argillaceous Marl*). Zu oberst endlich liegen Sandstein und Conglomerate (*quartzose Conglomerate and thick bedded Sandstone*).

Mergel und Sandstein, in denen, wie in dieser Formation, das rothe Eisenoxyd in grosser Menge vorhanden ist, enthalten stets nur wenige Versteinerungen und so sind denn auch die obersten Schichten leer davon. In der mittlern Abtheilung treten dagegen Fische aus den Geschlechtern Cephalaspis und Onchus auf, von denen sich die erstern durch die merkwürdige Form ihres breiten Kopfes und dem Schilde, womit sie bedeckt sind, auszeichnen und im Allgemeinen den Trilobiten ähnlich sind. In der untersten Abtheilung endlich finden sich Ichthyodoruliten (grosse Flossenstacheln) von dem Geschlecht Onchus und eine Spezies von Dipterus, nebst Mollusken aus den Geschlechtern Avicula, Arca, Cucullaea, Terebratula, Lingula, Turbo, Trochus, Turritella, Bellerophon, Orthoceras u. a.

Abgerissene und oft breite Stücke des Alten rothen Sandsteins kann man von Wales aus bis nach dem nördlichen Schottland verfolgen. Zu Caithness fand man mehre Fischreste darin und in dem nördlichen Theil von Fifeshire, wo er unter der Kohlenformation zu Tage ausgeht und sich in der angrenzenden südlichen Hälfte von Forfarshire ausdehnt, mehre andere organische Reste. Ein grosser Gürtel von der Formation umgiebt ferner die südlichen Abhänge der Grampianberge in Schottland.

Auf dem Festlande fehlt der Alte rothe Sandstein wohl durchgehends, wenn man dahin nicht etwa die Conglomerate rechnen will, welche in der Maasgegend, am Nordrande des belgisch-rheinischen Grauwackengebirges, unter dem Kohlenkalkstein liegen, so wie auch den rothen Sandstein von Litry im Calvados. Wahrscheinlich finden sich auch Spuren davon am südwestlichen Rande des Eulengebirges in Schlesien in der Gegend von Altwasser und Waldenburg, so wie auch bei Hainichen in Sachsen.

Dagegen gehören in diese Formation auf der rechten Rheinseite in Deutschland manche Gesteine, die sonst für älter oder für jünger gehalten wurden. Z. B. gehört dahin ein Kalkstein mit Goniatiten und Posidonomyen östlich von Ratingen; der Kalkstein von Pfaffrath bei Köln, von Oberscheldt bei Dillenburg. Es tritt die Devon-Formation ferner auch in Belgien mit Schiefern und Kalken auf; eben so in Westphalen, am Harz (Hübichenstein bei Grund, Gegend von Elbingerode; die an Pflanzenresten reichen Grauwackenschichten in der Umgegend von Clausthal) und am Fichtelgebirge, so wie an manchen andern Orten. Auf diese Weise lässt sich ein wirklicher Uebergang von der Kohlen- bis zur Silurformation nachweisen.

4. KOHLEN-KALKSTEIN-FORMATION.

Syn. Berg-Kalkstein; *Mountain Limestone*, engl.; *Calcaire anthraxifère*, franz.

Diese Formation ist von der Schelde an (bei Tournay) bis zur Diemel an der Nordseite des rheinischen Gebirgs entwickelt, wenn sie sich auch sonst gar nicht mit Sicherheit in den südlicher und östlicher gelegenen Gegenden nachweisen lässt. Von besonderer Wichtigkeit ist der Kohlenkalkstein für den mittlern Theil von England, für Derbyshire, dessen ganze Physiognomie dadurch bestimmt wird, so wie für Irland, wo er grosse Flächen sanftwelligen Landes, mit einzelnen Hügeln gekrönt, bildet. Seine Mächtigkeit erreicht in England 500 Fuss, und er bildet hin und wieder Berge mit steilen Abhängen, die eine Meereshöhe von 1000 Fuss haben.

Das vorherrschende Gestein ist ein dichter und fester Kalkstein, der oft von Quarzadern durchzogen ist, zuweilen auch mergelig wird und Thon- und Schieferschichten, alaunhaltigen Schiefer, so wie schwarze, den Feuersteinen der Kreide ähnliche Kieselconcretionen und auch Quarzdrusen enthält. Sandstein und Conglomeratbildungen gehören zu den seltnern Erscheinungen. In Belgien und in den Ruhrgegenden enthält seine mittlere Abtheilung erzführende Ablagerungen, z. B. Eisenoxyd mit Galmei, Bleiglanz u. s. w. In England ist er vielfach von Erzgängen durchsetzt und wird deshalb

dort auch erzführender Kalkstein (*metalliferous Limestone*) genannt.

Die vorherrschenden Versteinerungen sind die von Korallen, von denen einige oft eine bedeutende Grösse haben. Manche derselben gehören zu den lamellenförmigen, welche sehr bedeutend in die Struktur der jetzt wachsenden Korallenriffe eingehen. Eben so finden sich auch viele Crinoïdeen und einige wenige Echiniten. Unter den Schalthieren kommen viele Brachiopoden, besonders von den erloschenen Geschlechtern Spirifer und Producta vor; ausserdem aber auch manche ein- und zweischalige Muscheln noch existirender Geschlechter, wie Turritella, Buccinum, Patella, Isocardia, Nucula und Pecten. Mehre der sogenannten Leitmuscheln sind untenstehend abgebildet. Die Cephalopoden

1



Fig. 50.
Bellerophon cornu-arietis.

2

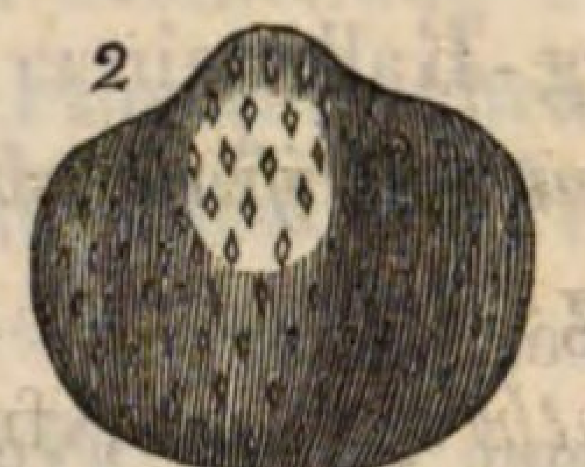


Fig. 51.
Producta (Leptaena) scabricula.

3

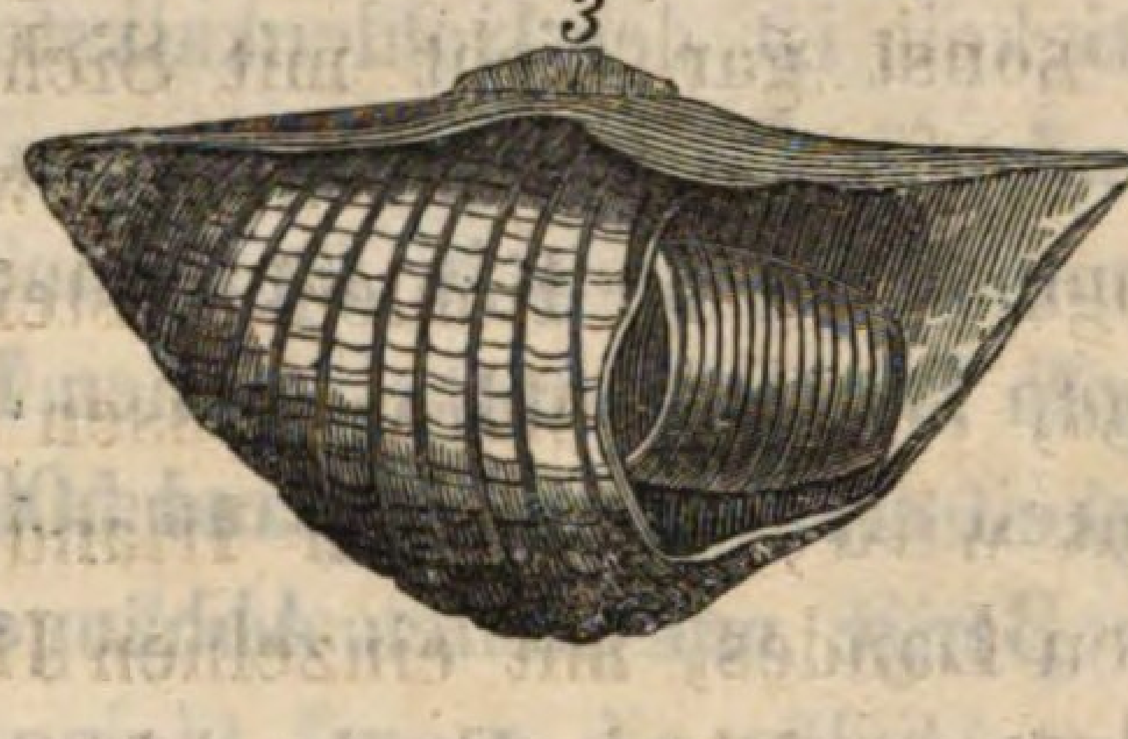


Fig. 52. Spirifer trigonalis.

4

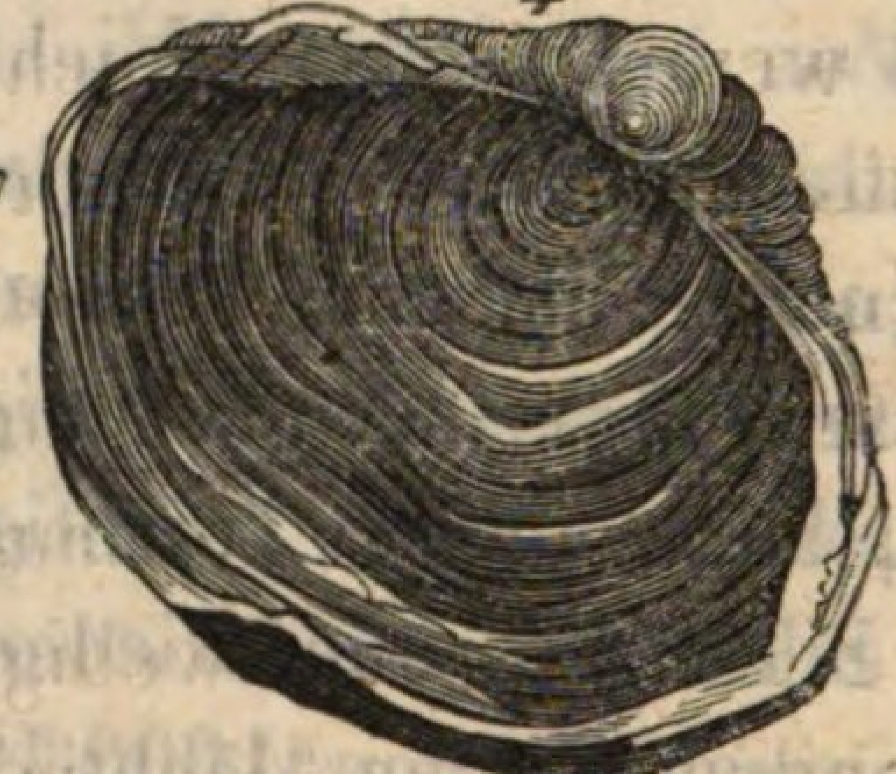


Fig. 53. Producta punctata.

5



Fig. 54. Orthoceras undatum.

entfernen sich dagegen im Allgemeinen weiter von den lebenden Formen, indem einige generisch von allen denen verschieden sind, die sich in neuern Schichten als die Kohle gefunden haben. Dahin gehört auch Orthoceras, eine mit Siphunkel

und Kammern versehene Muschel, die jedoch wie **Nautilus** ungewunden und gerade ist. Einige Spezies dieses Geschlechts sind mehre Fuss lang. Die **Goniatiten** bilden ein anderes, den Ammoniten nahe stehendes Geschlecht, welches sich von diesen dadurch unterscheidet, dass dieselben gänzlich ohne Zähne oder symmetrische Einschnitte an den Seiten sind, so dass ihr Umriss zusammenhängend und ununterbrochen ist; der Siphunkel ist nur klein. Eine andere, in dem Bergkalk häufig vorkommende, generisch erloschene Form der Cephalopoden, die in jüngern Formationen nicht gefunden wird, ist der **Bellerophon**, dessen Muschel, gleich der des lebenden Argonauten, ungekammert ist. — Der Kohlenkalkstein enthält viele Höhlen, z. B. die von Sundwig in Westphalen und bildet gern flache Hochebenen.

5. DIE FORMATION DES FLÖTZLEEREN SANDSTEINS.

Syn. Millstone-Grit, engl.

In England unterscheidet man zwischen der eigentlichen Kohlenformation und dem Kohlenkalkstein noch eine Schichtenreihe von Sandstein, welcher dem Kohlensandstein, den wir sogleich näher betrachten werden, ähnelt, aber keine Kohlenflötze mehr führt. Das Gestein ist im Allgemeinen härter als der wahre Kohlensandstein, oft conglomeratartig und in vielfachem Wechsel mit Schieferthonschichten. Es enthält die Pflanzenreste der Steinkohlenformation. Uebrigens zeigen sich dieselben Verhältnisse, wie bei diesen. Ausser England kommt dieser flötzleere Sandstein auch im Liegenden der Steinkohlenflötze an der Ruhr in Westphalen vor, und nimmt dort ein grösseres Terrain ein, als die Steinkohlenformation selbst. In England kann man ihn ununterbrochen von Sheffield bis zum Tweed an der Grenze Schottlands verfolgen, wie ein Blick auf Dechen's nicht genug zu empfehlende Karte von Mitteleuropa zeigt.

6. DIE STEINKOHLEN-FORMATION.

Syn. Kohlengebirge im engern Sinn; *Coal Measures* (wörtlich: Kohlenreviere), engl.; *Terrain houillier*, franz.

Die oberste, kohlenführende Formation der Steinkohlengruppe besteht der Hauptmasse nach aus einem vorherrschend

grau gefärbten Sandstein mit thonigem Bindemittel, der mitunter grobkörnig und conglomeratartig auftritt und gewöhnlich Glimmerblättchen enthält; es ist dies der eigentliche Kohlensandstein. Zwischen den Sandsteinschichten liegt Schieferthon, der niemals fehlende Begleiter der Steinkohle, ein eigentlicher Kohlenschiefer, schwarz und grau durch kohlige und bituminöse Theile und zuweilen brennbar, ein wahrer Brandschiefer. Zwischen Lagen von Schieferthon liegt nun, immer zwischen zwei Sandsteinschichten, die Steinkohle. Sie hat den Schiefer zum Dach und zur Unterlage oder Sohle. Oefters ist von seiner Masse auch den Kohlen eingemengt, oder es liegen dünne Schiefer dazwischen.

Die Steinkohle kommt nun hier in den verschiedensten Abänderungen vor, und enthält ausser Schieferthon gewöhnlich Schwefelkies in dünnen Häutchen und Blättchen, parallel den Blättern der Kohle, auch in Körnern, Nieren und bisweilen in kleinen Krystallen. Diese Einmengung ist die Ursache des schweflichen Geruches, den manche Steinkohlen beim Brennen entwickeln und der starken Einwirkung ihrer Flamme auf Metalle.

Der Schwefelkies ist auch die Ursache eines in Steinkohlenbergwerken bisweilen vorkommenden und sehr nachtheiligen Ereignisses, nämlich des Grubenbrandes, oder vielmehr der Selbstentzündung der Steinkohlen. Der in der Kohle und im Schiefer vorhandene Schwefelkies zersetzt sich, wenn er mit Feuchtigkeit und Luft in Berührung kommt; er verwandelt sich in Eisenvitriol und entwickelt dabei viel Wärme. Geht die Zersetzung in einem engen Raume, in der die Wärme schlecht leitenden Kohle vor sich, so kann die Temperatur zu einer Höhe steigen, wobei Stoffe ins Glühen kommen und die verbrennlichen beim Luftzutritt in Brand gerathen. Dies geschieht sowohl bei den über Tage vorhandenen Halden, d. h. den Massen von Schieferstücken, Kohlenklein u. s. w., die aus der Grube fortgeschafft worden sind, als auch an solchen Punkten in der Grube, wo Kohlenklein aufgehäuft ist, wo Baue eingebrochen sind und bei rascher Zersetzung der Kiese und eindringendem Wasser und Luft eine Entzündung nicht ausbleibt. — Ein Beispiel giebt der seit 120 Jahren in

Brand gerathene, sogen. brennende Berg bei Duttweiler unfern Saarbrücken, der sich im Hangenden des Steinkohlenflötzes befindet und vorzüglich aus kiesreichem Schieferthon, der mit einzelnen Kohlentrümmern wechselt, besteht.

Als weitere Einmengungen kommen in der Steinkohle auch Kalkspath, Gips, Schwerspath, seltner Bleiglanz und Blende vor. Die die Kohle begleitenden Thone sind oft ausserordentlich plastisch, sehr rein und mitunter feuerfest, wie der von Stourbridge in der englischen Provinz Staffordshire; sie scheinen aus derselben Masse zu bestehen, wie das feine Bindemittel des Sandsteins.

Besonders ausgezeichnet sind die Kohlenflötze noch durch die sie begleitenden, zahlreichen und schönen fossilen Pflanzen, welche die Schiefer in grosser Menge einschliessen. Es ist bewunderungswürdig, wie gut oft selbst die zartesten Theile erhalten sind. Die Pflanzen liegen entweder im verkohlten Zustande in dem Schiefer, oder sie sind nur in Abdrücken vorhanden. Alle diese Reste sind dunkel gefärbt, meist schwarz. Die organische Faser der Pflanze ist in einen der Beschaffenheit der Steinkohle ähnlichen Zustand übergegangen.

Es sind Landpflanzen, nämlich Calamiten, Coniferen, Farren, Lycopodiaceen, Palmen- und Monocotyledonen-Reste aus unbekannten Familien. In überwiegender Menge von Geschlechtern und Spezien sind die Farren vorhanden. Farren-Strünke, Sigillaria, allein in 44 Spezies. Farren-Wedel sind am häufigsten. Man unterscheidet: Cyclopteris, Zirkel-Wedel; Odontopteris, Zahn-Wedel; Pecopteris, Kamm-Wedel; Neuropteris, Nerven-Wedel; Sphaenopteris, Keulen-Wedel; Glossopteris, Zungen-Wedel; Schizopteris, Schlitz-Wedel und Lonchopteris, Lanzen-Wedel.

Von Lycopodiaceen findet man vorzüglich: Lepidodendron, Schuppenbaum; Stigmaria, Narbenstrunk, Stämme mit Blattnarben. Sodann Blätter allein: Lepidophyllum, Schuppenblatt; Fruchttheile: Lepidostrobus, Schuppenzapfen. Von Palmen kommen Stämme vor: Fasciculites, Büschelholz und Blätter; Zeugophyllites, Noeggerathia; von Monocotyledonen unbekannter Familien: Sternbergia,

Poacites, Trigonocarpum, Musocarpum. Zu unbekannten Klassen gehören: Annularia mit wirtelförmigen Blättern, Asterophyllites mit gegenständigen, in einer Ebene stehenden Aesten und Volkmannia mit ährenförmigem Blüthenstand. Diese Pflanzen liegen in der Regel im Schiefer, den Schichten parallel, und nur selten kommen damit thierische Reste versteinert vor, nämlich Süsswasserschalthiere, dem Geschlecht Unio angehörig und bisweilen auch von Cypris begleitet. Zu Wardie in Schottland liegen in den Schiefern auch Fischreste der Geschlechter Amblypterus, Palaeoniscus, Eurynotus, Acanthodes, Pygopterus und Coprolithen in Begleitung einer Auster.

In Nieren und unförmlichen Massen, zum Theil auch in plattenförmigen Lagen, kommt öfters Thoneisenstein (sogen. thoniger Sphärosiderit, eine unreine Abänderung von Spatheisenstein oder kohlensaurem Eisenoxydul) vor, vorzüglich in Oberschlesien, bei Saarbrücken und vor Allem in Süd-Wales. In diesem Thoneisenstein liegen dieselben Pflanzenreste, welche im Schiefer vorkommen, und bei Saarbrücken Fische, wie Acanthodes, Amblypterus und zu Coalbrook-Dale in Süd-Wales Landinsekten, Curculioides und Limulus. Bisweilen erscheinen die Pflanzenstämme durch dieses reichhaltige und technisch sehr wichtige Eisenerz ganz und gar vererzt, wie namentlich die mehrsten der im Gebirgsgestein eingeschlossenen aufrechtstehenden Sigillarienstämme, wie man sie z. B. im Palmbaumstollen der Grube Wellesweiler im Saarbrücker Revier so schön getroffen hat, und welche die dortigen Bergleute wegen ihrer aufrechten Stellung Eisenmänner nennen. Auch in England hat man ähnliche, mehre Fuss starke und bis 40 Fuss lange, aufrechte Stämme gefunden, die man übrigens, wie wir sehen werden, auch in jüngern Formationen wieder trifft.

Aus allen Kohlenflötzen entwickelt sich kohlensaures Gas, welches die Luft verdirbt, die Respiration erschwert, selbst erstickende Wirkungen äussert und den Grubenbauen zur Gewinnung der Kohlen vom höchsten Nachtheil ist. Man nennt die mit kohlensaurem Gas gemengte Luft böse oder erstickende Wetter. Jedoch sind die sogenannten schla-

genden Wetter ein weit gefährlicherer Feind des Kohlenbergmanns. Diese werden nämlich durch einen flammenden Körper, durch das Licht der Grubenlampe, entzündet und verbrennen mit einer Explosion, welche die zerstörendsten Wirkungen ausübt. Sie kommen vorzüglich beim Abbau magerer, d. h. wenig Bitumen enthaltender, Kohlen vor. Diese Kohlenarten geben nämlich Kohlenwasserstoffgas aus, welches dieselbe Zusammensetzung wie die Sumpfluft hat und seines Vorkommens wegen auch Grubengas heisst. Häuft sich dieses Gas in einem Grubenbaue an und vermengt es sich mit der atmosphärischen Luft, so wird es entzündlich und explodirend. Die Wirkungen einer solchen Explosion sind oft furchtbar. Die Bergleute werden verbrannt, zerschmettert, die Baue zerstört und oft leiden selbst die über der Grube, an der Erdoberfläche, am Tage stehenden Gebäude. Den einzigen Schutz dagegen gewährt die sogen. Sicherheitslampe, deren Flamme von einem Cylinder von sehr feiner Metallgaze umgeben ist und mit der allein solche Baue, in denen man schlagende Wetter vermuthet, besucht (befahren) und bearbeitet werden dürfen.

Gewöhnlich liegen die Kohlenflötze mehrfach unter einander, durch Sandsteinschichten getrennt. Im Saarbrücker Kohlengebirge kennt man bereits über 20, in Süd-Wales 23, bei Mons sogar 115 bauwürdige Flötze unter einander. Nur selten übersteigt die Mächtigkeit eines Flötzes 6 Fuss; jedoch giebt es auch ausnahmsweise mächtigere, wie z. B. das Blücherflötz zu Duttweiler im saarbrückschen Revier von 15 Fuss, das Dombrovaflötz bei Bendczin in Polen von 40 Fuss, und einige Flötze in der engl. Provinz Staffordshire von 30 bis 45 Fuss Mächtigkeit.

Meistens befinden sich die Flötze des Kohlengebirges nicht mehr im Zustande ihrer ursprünglichen Ablagerung, sondern wir finden dieselben gehoben und verschoben und die dadurch hervorgebrachten und für den Bergbau wichtigen Störungen sind bald mehr, bald weniger auffallend. Man findet Kohlenniederlagen, in denen die Flötze und die sie begleitenden Schiefer- und Sandsteinschichten die ausserordentlichsten Biegungen zeigen, Biegungen, die oft im höchsten Grade verwickelt sind

und von denen die Fig. 5, 9 und 15 einige Beispiele geben. Ein vielen Kohlenformationen gemeinsamer Charakterzug ist der, dass ihre Schichten gewissermassen über sich selbst hingeschoben erscheinen, ohne dass sie gerade immer zu sehr bedeutenden Bergen erhoben wurden. Eine sehr lehrreiche Störung dieser Art, aus dem Saarbrücker Steinkohlengebirge entlehnt, ist in Fig. 55 dargestellt. Unbezweifelt sind *a*, *a'* und *a''*

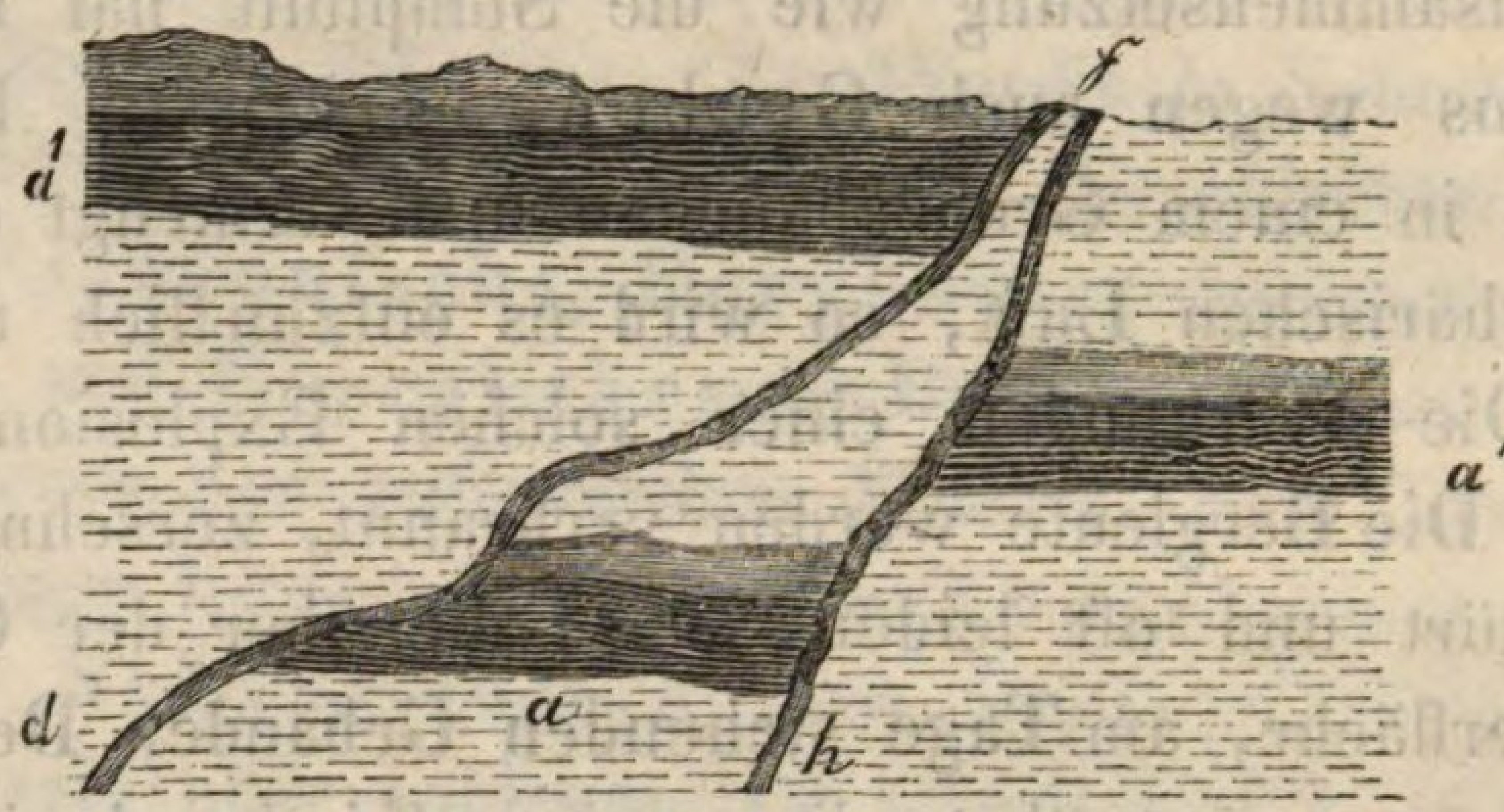


Fig. 55.

Theile eines und des nämlichen Flötzes; alle lagen ursprünglich in gleichem Niveau. In Folge einer Ueberschiebung wurde das Stück *a'* vom Theile *a* getrennt, aufwärts gerückt und nahm auf diese Weise seine Stelle oberhalb der, von den Bergleuten als Ueberschiebungskluft bezeichneten Spalte *fd* ein. Solche Klüfte findet man stellenweise mit sehr wenig festem Kohlenschiefer ausgefüllt, öfter zeigen sie sich aber auch leer. Die unter und über gestörten Kohlenflötzen, wie die betrachteten, vorhandenen Schiefer- und Sandsteinschichten nahmen, wie natürlich, an der Verschiebung Theil. Oft sind sie es gerade, durch welche dargethan werden kann, dass die getrennten Theile einst zusammengehörten; dies ist der Fall, wenn gewisse Lagen durch Eigenthümlichkeiten irgend einer Art kenntlich bleiben.

In der Gegend von Mons in Belgien fallen alle gegen Norden gekehrten Flötz-Theile sehr flach und regelmässig, wogegen sich die, nach Süden gewendeten Lagen so steil senken, dass ihre ursprüngliche Stellung nicht geblieben sein kann. Und dabei erscheinen sie zickzackförmig gebogen, geknickt, überhaupt in dem Grade seltsam gestaltet, dass unwillkürlich der Gedanke an irgend eine mächtige Gewalt rege werden

muss, welche im Stande war, solche Verschiebungen, wie Fig. 56 andeutet, zu bewirken. Unbezweifelt war es die Gewalt, durch welche ein Theil der Gebirge jener Gegenden

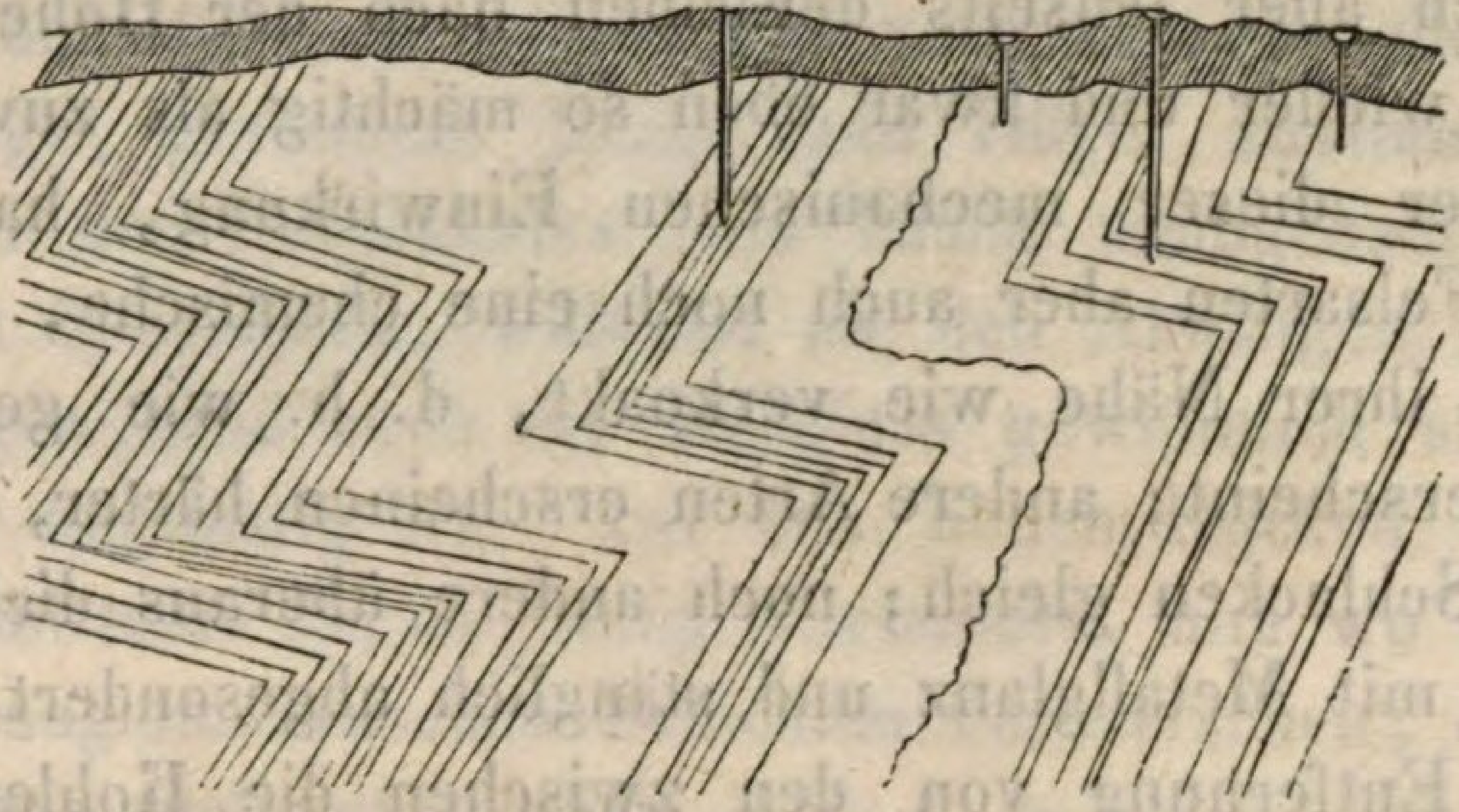


Fig. 56.

emporgehoben wurde und auf deren allgemeine Wirkungen wir an einem andern Orte in unserm Buche nochmals zurückkommen werden.

Ursachen von Störungen, die ganz speziell hierher gehören, sind Durchbrechungen der Steinkohlenformation durch Porphyr, Diorit und Basalt. Diese feurigen Gesteine, die wir weiter unten näher kennen lernen werden, traten aus den Tiefen der Erde hervor und lagerten sich, je nachdem ihre Kraft den Widerstand zu überwinden vermochte, auf sehr verschiedene Weise zwischen Glieder unserer Formation. Es sei z. B. *aa*, Fig. 12, ein solcher Durchbruch von plutonischen oder vulkanischen Gesteinen, so zerrissen sie nicht allein den Zusammenhang des Kohlenflötzes *c*, sondern sie hoben auch einen Theil desselben in die Höhe und mit ihm die über demselben abgelagerten Schichten, so dass auf diese Weise ganze Felswände wichen und unermessliche Gebirgsstücke mehr oder weniger emporgehoben wurden. Obwohl, im Vergleich zu den besprochenen allgemeinen Aenderungen, auf verhältnissmässig kleinere Räume beschränkt, fanden die zuletzt erwähnten Wirkungen dennoch nicht selten in auffallender Weise und nach sehr grossartigem Massstabe statt. Sie lassen sich, wie Erfahrungen dargethan, auf weite Strecken verfolgen. Verrückte, aufwärts geschobene Lager, solche, die einen Sprung gemacht haben, werden von denen, welchen ihre vormalige Stellung blieb, oder die sich abwärts senkten, durch

Spalten oder Klüfte, sogen. Rücken, Wechsel oder Sprungklüfte, wie *aa*, Fig. 12 und *fh* Fig. 55, getrennt. An diesen Spalten endigen die zerstückten Schichten plötzlich, finden sich aber jenseits derselben nach der Höhe zu, oder abwärts, wieder und zwar eben so mächtig als zuvor.

Ausser dieser mechanischen Einwirkung, haben diese feurigen Felsarten aber auch noch eine chemische, indem die Kohle in ihrer Nähe wie verkoakt, d. h. wie geglüht oder verkohlt erscheint; andere Arten erscheinen härter, fester und blasigen Schlacken gleich; noch andere überaus dicht, eisenschwarz, mit Metallglanz und stänglich abgesondert. Erst in gewisser Entfernung von den zwischen die Kohlenformation eingedrungenen feurigen Massen zeigen die Kohlen wieder ihre gewöhnlichen Merkmale. Auch der Kohlenschiefer und der Kohlensandstein werden durch Einwirkung jener Gesteine verändert.

Aber nicht allein Gesteins-, sondern auch Erzgänge durchsetzen die Steinkohlenformation. Bei Crettenich im Saarbrückschen setzt ein reicher Braunsteingang darin auf, an der Ruhr sind Bleiglanzgänge mit Blende, Schwefelkies und Schwerspath darin und im Zweibrückschen Gänge mit Quecksilbererzen.

Machen wir nun zuvörderst einige Bemerkungen über die Verbreitung der Kohlengruppe im Allgemeinen und der Steinkohlenformation insbesondere.

Die sämmtlichen vier Glieder oder Formationen der Gruppe finden sich in Südengland und Wales sehr regelmässig und gut charakterisirt entwickelt, weniger aber in Nordengland und in Schottland, indem wir hier den Kohlenkalk sich mit den höhern kohlenführenden Sandsteinschichten vereinigen und selbst den Alten rothen Sandstein im Wechsel mit Schieferthon und eigentlichem Kohlensandstein sehen.

Auf dem Continente sind drei Glieder, der Kohlensandstein mit den Steinkohlen, der flötzleere Sandstein und der Kohlenkalk an den mehrsten Orten entwickelt, wo die Kohlengruppe auftritt; dagegen fehlt der Alte rothe Sandstein, wie schon bei der Beschreibung desselben bemerkt wurde, mit wenigen Ausnahmen, wohl durchgängig.

In England tritt die letztere Felsart nebst dem Kohlenkalk in ansehnlichen Bergmassen auf, so dass sich diese beiden Formationen auch durch die äussern Formen wesentlich von den kohlenführenden Schichten unterscheiden, die gewöhnlich niedrige, gerundete Berge und Hügel zusammensetzen. Die Höhen des Kohlenkalks sind häufig unangebaut und mit Heidekraut bewachsen, während an den Abhängen Trümmerhalden liegen, und auch der Bergfuss gewöhnlich steinig und der Cultur ungünstig ist. Auf den hohen Rücken des Alten rothen Sandsteins liegen häufig Torfmoore, und wo die sandigen und conglomeratischen Schichten vorherrschen, da ist der Boden mager und unfruchtbar.

Die Hauptsteinkohlen-Niederlagen Englands befinden sich in Sommersetshire, Gloucestershire, Nord- und Südwales, Dudley, Shropshire, Leicestershire, Lancashire, Nottingham, Derbyshire, Yorkshire, Cumberland, Durham, Newcastle; ferner sind die Kohlenbecken vom Forth und vom Clyde in Schottland, so wie die im Innern Irlands wichtig. — Das Becken von Südwales ist das reichste; es enthält 23 bauwürdige Flötze, die zusammen eine Mächtigkeit von 95 Fuss haben, so dass auf einer Quadratmeile etwa 64 Millionen engl. Tonnen gewonnen werden können. Mit den Steinkohlen zusammen kommen hier zugleich beinah unerschöpfliche Quantitäten trefflichen Thoneisensteins vor, welche von wenigstens 120 Hohöfen verschmolzen werden, die jährlich mindestens 10 Millionen Centner Roheisen, also das Fünffache von der Produktion des ganzen preussischen Staats erzeugen!

Diesseits des Kanals kommen weder so viele noch so reichhaltige Kohlenniederlagen vor. Ein Hauptzug in langer Linie einzeln auf einander folgender Steinkohlenbecken geht von Boulogne am Meer über Valenciennes, Mons, Charleroi, Lüttich und Aachen. Getrennt davon liegen die Kohlenniederlagen an der Worm und bei Eschweiler, und im Innern von Frankreich sind die Becken im Aveyron, an der Saône und Loire, im Gard, Nièvre u. e. a. besonders bemerkenswerth.

In Westphalen ist das Kohlengebirge mächtig und steinkohlenreich an der Ruhr entwickelt; im Süden des Hundsrückens, zwischen der Ruhr und der Saar, liegt das pfälzische und

namentlich das wichtige und reiche Saarbrücker Kohlengebirge. Am Erzgebirge Sachsens tritt es vorzüglich bei Zwickau und im Plauenschen Grunde mit guten Flötzen auf. Ferner ist es mächtig in Böhmen, in Nieder- und Oberschlesien und in Polen entwickelt. In Nordamerika finden sich Steinkohlen-Niederlagen in Massachusets, Pennsylvanien, Connecticut, und in neuerer Zeit fand man am Potamac, nahe bei Westernport, an einer senkrechten Felswand, sechs bauwürdige Flötze, worunter eins von 16 Fuss Mächtigkeit. Auch in Spanien, in Sibirien, in China und in Vandiemensland kennt man das Vorkommen der Steinkohlenformation.

Wir müssen nun endlich noch über das Klima der Kohlenperiode und über die Entstehung der Kohlenformation reden. — Die Menge der blätterförmigen und anderer Korallen, der grossen gekammerten Cephalopoden und Crinoïdeen führt uns natürlich zu der Folgerung, dass das Meerwasser zu jener Zeit eine höhere und gleichförmigere Temperatur hatte, als es jetzt in den Breiten der Fall ist, in denen die Steinkohle in Europa vorkommt. Eine ähnliche Folgerung macht man durch Betrachtung der Steinkohlenflora auf die Lufttemperatur. Das bestimmte Vorkommen fossiler Baumfarren, wie Caulopteris, welche jetzt nur ausschliesslich in heissen und feuchten Klimaten wachsen, so wie die grosse Verschiedenheit der fossilen Farrenstrünke in der Steinkohle, bestätigen diese Meinung. Und dieselbe erlangt noch mehr Haltbarkeit, wenn die Lepidodendra und Calamites als riesenartige Pflanzen aus den Ordnungen Lycopodiaceae und Equisetaceae angesehen werden, die, obwohl sie noch jetzt in der tropischen Zone bedeutend entwickelt sind, dennoch auch dort nur von zwerghafter Statur im Vergleich zu den angeführten fossilen Arten sind. Eben so bilden die Araucarien eine Fichtenfamilie, die jetzt in gemässigten und warmen Klimaten vorkommt, wogegen die in den nördlichern Wäldern einheimischen Tannen keinen Repräsentanten in der Steinkohlenformation zu haben scheinen.

Jedoch ist die geringe Verschiedenheit in den Formen jeder fossilen Flora in hohem Grade von der relativen Zerstörbarkeit der Pflanzen im Wasser, ehe sie von den Gesteinschichten

umschlossen werden, abhängig. Um dies durch Versuche zu beweisen, legte Prof. Lindley 177 verschiedene Pflanzenspezies aus allen den in der Steinkohlenformation fossil vorkommenden Ordnungen, so wie auch aus Familien und Ordnungen jetzt lebender Pflanzen, in ein Gefäss mit süssem Wasser. Nach Verlauf von zwei Jahren waren alle verfault und verschwunden, ausgenommen die Farren, Palmen, Lycopodiaceen und Coniferen. Auch die Fruchtgefässe der Farren waren verschwunden, die Form und die Rippen der Blätter aber geblieben.

Uebrigens lässt sich vermittelst dieser Versuche durchaus nicht die Thatsache von dem grossen Uebergewicht der Farrenstrünke in dem Steinkohlen-Schieferthon über die Dicotyledonen-Pflanzen beweisen; denn es finden sich häufig wohlerhaltene Reste der letztern in den Tertiär-Schichten, wogegen Farren in diesen selten sind. Wären daher Dicotyledonen in eben so grosser Menge wie jene in die Buchten der Steinkohlenperiode geführt, so würden sie in dem Schieferthon und Sandstein so gut Abdrücke hinterlassen haben, wie in den Schichten neuerer Formationen.

Dennoch würde es zu voreilig sein, annehmen zu wollen, dass die Steinkohlenpflanzen im Allgemeinen ein oder mehre Jahre im Wasser herumschwammen, ehe sie in den Absätzen begraben wurden. Wahrscheinlicher ist es, dass ein bedeutender Theil derselben unmittelbar mit dem Schlamm und Sand, der mit ihnen von Flüssen in Seen und ins Meer geführt, abgesetzt worden sei. Es muss dies der Fall bei denjenigen seltenen Vorkommnissen sein, in denen die Farren noch ihre Feuchtigkeit zeigen. Wo diese aber verschwunden ist, mag ihre Zersetzung oft nach dem Einschluss des Strunkes in Sand und Schlamm erfolgt sein.

Wenden wir uns nun etwas näher zu der Betrachtung der Entstehung der Kohlenflötze. Einzelne Theile der alten Kohlengruppe dehnen sich von Mitteleuropa bis nach der Melvilleinsel und bis zu den Grenzen der kalten Zone aus. Im südlichen Europa erscheint sie dagegen gar nicht, denn die südwärts von den Alpen und Pyrenäen in Italien, Spanien, Griechenland und in andern Ländern am mittelländischen Meere

vorkommenden Braun- und Steinkohlen gehören jüngern Formationen, der der Kreide u. s. w. an.

In einigen Theilen Englands, wie z. B. in Shropshire, bestehen gewisse Steinkohlenformationen aus Süsswasserschichten und müssen daher in Seen entstanden sein, während andere, nicht weit davon entfernte, in Buchten abgesetzt wurden, zu denen das Meer dann und wann Zutritt hatte und während noch andere auf dem Boden des offenen Meeres, oder in Buchten desselben, in welche Landpflanzen getrieben worden, gebildet wurden.

An einigen Punkten von Deutschland und Frankreich finden sich isolirte Kohlenbildungen, die ganz frei von Meeresversteinerungen sind und die auf Granit, Porphyr, oder andern hypogenen Gesteinen ruhen. Sie sind oft nur von geringem Umfang, wie z. B. das Kohlengebirge bei Waldenburg in Niederschlesien, bei Wettin und Lobejün an der Saale, bei Saarbrück, zu St. Etienne im Loire-Depart. und zu Brassac im Depart. Puy-de-Dôme. Alle diese Niederschläge mögen in Seen gebildet worden sein, die auf Inseln mitten im Meere, in welchem der Bergkalkstein entstand, vorhanden waren.

Wäre das Klima von Neuseeland wärmer und die Temperatur des umgebenden Meeres höher, so dass Baumfarren auf dem Lande üppiger wachsen und Korallen in dem Meere Riffe erbauen könnten, so dürften wir annehmen, dass sich an jenem Theile des Erdkörpers neue, den Kohlen analoge Schichten anhäufen würden. Die beiden Inseln von Neuseeland sind 170 bis 200 Meilen lang und durch ihre Mitte zieht sich eine hohe Gebirgskette, die an einigen Punkten 14,000 Fuss hoch und mit ewigem Schnee bedeckt sein soll. Von ihren Abhängen kommen viele Flüsse herab und im Frühling führen dieselben vielen Schutt und Gerölle, so wie eine Menge Treibholz mit sich. An den Mündungen dieser Flüsse und in der Nähe der Küsten, wie sehr diese auch von der Einwirkung der Meereswogen zerstört sein mögen, muss sich in dem umgebenden Meere eine unregelmässige Zone von Grus, Sand und Schlamm von sehr bedeutendem Umfange bilden. Man hat bis jetzt in Neuseeland bereits nahe an 60 Farren-Spezies,

unter denen einige baumartig, gefunden, von welchen letztern eine bis zum 46. Gr. südl. Breite reicht. An Säugethieren findet man dort nur Ratten und Fledermäuse, ausserdem einige nicht grosse Reptilien, so dass wir daher in den neuern Sumpf- und Bucht-Ablagerungen jenes Theils der Erde keine Knochen von Landvierfüssern und nur wenige Reptilien-Reste finden werden. Dass jetzt im Fortschreiten begriffene Sumpfbildungen vorkommen, ist gewiss, da im Innern der nördlichen Insel ein 8 bis 9 Meilen langer See vorhanden ist, der die Gewässer mancher kleinen Flüsse und Bäche aufnimmt.

Die wiederholte Wechsellagerung von Süsswasser- und Meeresschichten in der Steinkohlenformation ist solchen Veränderungen zuzuschreiben, wie sie jährlich in der Nähe der Flussmündungen vorkommen; wenn aber Schieferthon und Sandstein mit Steinkohlen und Süsswassermuscheln von mächtigen Korallenbildungen bedeckt werden und diese wieder von andern Kohlenflötzen, so müssen wir zur Erklärung dieser Erscheinung grosse Hebungen und Senkungen, die nach langen Zwischenräumen aufeinander folgten, annehmen. Wir können auch durchaus nicht annehmen, dass alle Steinkohlenbildungen auf einmal im Werden begriffen waren und viel weniger noch, dass in einem und demselben Gebilde jede parallele Schichtenmasse, oder die ein correspondirendes Niveau einnehmende, gleichzeitig gebildet worden sei. Weit wahrscheinlicher ist die Annahme, dass Flüsse zuerst einen Theil von einer Bucht, der dem Lande am nächsten lag, ausfüllten und dann einen andern, so dass das Meer nach und nach von gewissen Räumen, die es vorher einnahm, ausgeschlossen ward. Dies ist ohne Zweifel die Ursache, wesshalb die kohlenführenden Schichten gewöhnlich den obersten und der Bergkalk den untersten Theil einer jeden Reihe bilden und warum an gewissen Punkten des südwestlichen Englands der Bergkalk plötzlich aufhört, so dass Kohlensandstein und Schieferthon unmittelbar auf den ältern, gegen die Kohlengruppe eine ungleichförmige Lagerung habenden Felsarten ruhen.

Man findet, wie weiter oben schon erwähnt wurde, in der Steinkohlenformation sehr viele fossile Bäume, sowohl

in aufrechter als schiefer oder liegender Stellung, oder in senkrechter oder schiefer Richtung zu den Schichtungsebenen. Es verdient diese bemerkenswerthe Thatsache eine grosse Beachtung. Hätten solche Bäume, wie manche Geologen behaupten, einst einen Theil von einem unter Wasser gesetzten Walde gleich denen gebildet, wie wir sie weiter unten bei der Wealdformation kennen lernen werden; so müssten alle Wurzeln in einer einzigen Schicht vorhanden, oder auf ein gewisses Niveau beschränkt gewesen und nicht unregelmässig durch die ganze Masse verbreitet sein, wie es überall der Fall ist. Wenn die Stämme Wurzeln haben, welches jedoch nur selten der Fall ist, so sind dieselben in Sandstein eingeschlossen, der dem den Stamm umgebenden ganz gleich ist; und auch das Innere der Stämme besteht gewöhnlich aus Sandstein und nur hin und wieder, wie wir schon bemerkten, aus Thoneisenstein. Die Rinde dieser Bäume ist an manchen Orten in Steinkohle verwandelt worden.

Wir können also folgern, dass die Bäume an den Punkten, an denen sie vorkommen, nicht gewachsen, sondern dass sie dorthin geführt und von den Schichten umschlossen sind. Ihre senkrechte und schiefe Lage lässt sich erklären. Im Mississippi und in andern grossen amerikanischen Strömen, die jährlich Tausende von Bäumen schwimmend abwärts führen, sinken manche derselben, die Wurzeln nach unten, nieder und werden in dem Schlamme befestigt. In dieser Stellung sind sie mit ruhenden Lanzen verglichen worden, indem sie den Bug der gegen sie stossenden Schiffe durchbohren. Die senkrecht in der Steinkohlenformation vorkommenden Baumstämme haben aber nicht immer Wurzeln behalten, sondern sie sanken mit ihrem stärkern Ende desshalb zuerst nieder, weil dies das höhere spezifische Gewicht hat. Wie lange solche Stämme, wenn sie stets unter dem Wasser blieben, der Fäulniss widerstanden, ist eine Frage, die wir unbeantwortet lassen müssen. Jedoch dürfen wir aus der Dauer hölzerner Pfeiler und anderer unter Wasser befindlicher Holzwerke folgern, dass viele Jahrhunderte vorübergehen konnten, ehe sie zersetzt wurden und dass ihre Einschliessung in Gebirgsschichten, ohne ein schnelles Verhältniss von deren Absatz, bewirkt werden konnte. Und

nehmen wir auch übrigens an, dass 30 bis 40 Fuss mächtige Schichten oft in wenigen Jahren, Monaten und selbst Tagen abgesetzt wurden, so giebt diese Thatsache keinen Grund zur Berechnung der Zeit, welche zu einem ausgedehnten Steinkohlengebirge erforderlich ist.

Stellen wir uns z. B. vor, dass die Struktur einer Steinkohlenformation dem Durchschnitte Fig. 57 gliche, so können

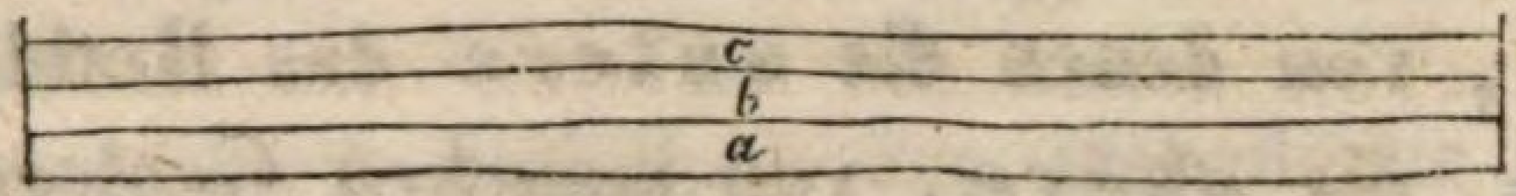


Fig. 57.

wir alsdann folgern, dass, wenn zu dem Absatze der untersten, 50 Fuss mächtigen Schichtenreihe *a* ein halbes Jahrhundert erforderlich war, die die ganze Formation bildenden 150 Fuss mächtigen Schichten *a*, *b*, *c* in 1½ Jahrhunderten vollendet sein müssten. Da aber die Lager im Allgemeinen keilförmig sind und oft durch Dünnerwerden verschwinden, und da die aufeinander folgenden Lager eines Steinkohlengebirges gewöhnlich in der Form von *a, b, c, d, e*, Fig. 58,



Fig. 58.

angeordnet sind, so können wir ihre Anzahl nicht durch Betrachtung von irgend einem Durchschnitte berechnen. Die nach einer gegebenen Richtung verfolgten Ablagerungen *a*, *b*, *c*, *d*, *e* mögen eine jede 50 Jahr zu ihrer Bildung erfordert haben, mögen aber in der Breite eben so begrenzt sein, als in der Länge. Anfänglich möchten sie einen langen Streifen Land bilden, gleich dem Theile des Mississippidelta, welcher seit Erbauung von Neu-Orleans durch die unaufhörliche Einführung von Sand und Schlamm in den mexikanischen Meerbusen gebildet wurde. Obgleich auf diese Weise eine schmale Landzunge entstanden ist, die mehre Meilen weit in das Meer vortritt, so dürften doch Tausende von Jahren verfliessen, ehe ein quadratischer Strich von niedrigem Lande, mehre Meilen lang und breit, von dem mexikanischen Meerbusen gewonnen werden kann.

III. GRUPPE DES ROTHEN SANDSTEINS.

Zwischen der Kohlen- und der Juragruppe tritt die des Rothen Sandsteins auf, die wir zuvörderst in ihren allgemeinen Verhältnissen kennen zu lernen suchen wollen, wobei wir unsere Leser auf die schon weiter oben erwähnte treffliche geologische Karte Mitteleuropas von v. Dechen verweisen.

Man kann diese Gruppe sehr zweckmässig in zwei Abtheilungen theilen, von denen die untere das Rothliegende und den Zechstein, die obere, von manchen Geologen auch mit dem Namen der Triasgruppe oder auch des Salzgebirges bezeichnet, den bunten Sandstein, den Muschelkalk und den Keuper umfasst.

Die obere Gruppe ist sehr geeignet, höchst wichtige Verhältnisse der Erdoberfläche hervortreten zu lassen. Sie bezeichnet einen recht scharfen Abschnitt in der Bildung der geschichteten Gebirge, die Küstenränder bei einem längst verschwundenen Zustande unseres Continents. Einige wenige kleine Inseln ragten damals an der Stelle von England, Frankreich, Deutschland und Polen hervor; das Sandomirer Gebirge an der Weichsel, der Gebirgsstock der Sudeten und Böhmen, das belgisch-rheinische Gebirge, die Bretagne und das Cotentin, Cornwall, Wales, Cumberland bildeten solche Inseln, und der Damm der Alpen und Karpathen verschloss noch nicht den Zugang der heissen Winde der Aequatorialgegenden zu ihnen. Das Rothliegende und der Zechstein, von grosser Wichtigkeit für den mittlern Theil von Deutschland, findet sich auch in England, der letztere ganz bestimmt in Frankreich nicht mehr und mit dem Auftreten der Alpinischen Gebirgssysteme verschwindet er gänzlich. Es ist eine ausgezeichnete Küstenbildung; die Identität der fossilen Reste von seinem Auftreten an dem Abfall des Sandomirer Gebirges bis nach Gera, Liebenstein in Thüringen und Sunderland an der Ostküste von England, selbst in Wales, ist höchst auffallend; ein Meer reichte so weit und ernährte an dem gemeinsamen Küstenrande dieselben Bewohner. An der Oberfläche zeigt sich diese merkwürdige Bildung nur als ein schmaler Saum, aber ihre weite Verbreitung unter allen

den darauf abgelagerten neuern Formationen ist eben so gewiss, als dass ein fester Meeresboden von der Küste Norddeutschlands bis zu der gegenüberliegenden Englands reicht. Ueberall tritt sie unter günstigen Verhältnissen an einzelnen Punkten hervor, und ist bis zu Tiefen von 600 Fuss unter den bedeckenden Formationen in der Gegend von Eisleben durch den wichtigen Kupferbergbau nachgewiesen, und ihre weitere Fortsetzung in noch grössern Tiefen keinem Zweifel unterworfen.

Der Unterschied zwischen der Oberfläche, Verbreitung der Grauwackengruppe, der Kohlengruppe und der untern Abtheilung der Rothsandsteingruppe tritt mit einem Blick auf die erwähnte Karte hervor und entwickelt einen grossen Reichthum der verschiedenartigsten Verhältnisse, über welche wir zuvörderst einige Bemerkungen machen wollen.

Die Grauwackengruppe schliesst sich entweder an die Gruppen plutonischer Massen unmittelbar an, wie in Böhmen, im Fichtelgebirge, im Harz, Eulengebirge und in den Sudeten, oder sie bildet einzelne inselförmige Massen, wie das rheinisch-belgische und das Sandomirer Gebirge, welche vielleicht Bruchstücke grösserer Continente sind, deren innerer Schichtenbau unabhängig von der Begrenzung ist. Im Innern und an einzelnen Stellen tritt die Kohlenformation in Buchten und Busen an den Meeres-Mündungen grosser Flüsse jener Continente auf. Der Zechstein endlich bezeichnet scharf die Küstenumrisse jener Landformen, so wie das heutige Meer sie genau auf Karten zu verzeichnen gestattet; den Umfang des Meeres, aus dem die jüngern nachfolgenden Bildungen grösstentheils in immer engern Schranken hervorgegangen sind. Immer weniger und weniger sind die jüngern Formationen bedeckt und sie treten daher als Ausfüllungen in grösserer Verbreitung an der Oberfläche auf, obgleich sie in der That auf einen kleinern Raum beschränkt sind, als die ältern, welche ihnen zur Grundlage und anscheinend als Einfassung dienen.

In einem solchen Verhältniss stehen ganz besonders die einzelnen Formationsglieder der obern Abtheilung unserer Rothsandstein-Gruppe, nämlich der bunte Sandstein, Muschelkalkstein und Keuper.

Der bunte Sandstein besitzt eine grosse Verbreitung in England und Nord- und Mittel-Deutschland und in dem östlichen Theile von Frankreich, auf den äussern Abhängen des Schwarzwaldes und der Vogesen; der Muschelkalk ist in diesen letztern Gegenden sein unzertrennlicher Begleiter. Die ganz eigenthümlichen Thierformen, welche derselbe einschliesst, und die eine zwar nur kleine, aber scharf begrenzte Gruppe bilden, haben eine Trennung dieser Formationsglieder von allen übrigen in mehren Systemen und eine Abtheilung in unserer Gruppe veranlasst, während nach dem Zusammenvorkommen und nach den Lagerungsverhältnissen sie den beiden ältern Gliedern derselben näher stehen und desshalb nicht zu trennen sind.

Während der Muschelkalkstein ganz entschieden von den Ufern der Weichsel bis an die Küsten des Mittelmeeres in der Nähe von Toulon vorkommt, ist auch nicht eine Spur desselben in Grossbritannien aufgefunden und bei den genauen Untersuchungen, welche daselbst stattgefunden haben, ist auch wohl keine Wahrscheinlichkeit vorhanden, denselben in der Nähe der Erdoberfläche daselbst aufzufinden. Diese Erscheinung ist um so auffallender, als der bunte Sandstein mit denselben Eigenthümlichkeiten, wie bei uns, dort den Zechstein überlagert. Das Vorkommen des Keupers in England ist zweifelhafter, jedoch kann man dort füglich die obern Glieder des bunten Sandsteins dafür ansprechen. Auch im nordwestlichen Deutschland nimmt die Entwickelung des Muschelkalks sehr ab und verschwindet in den letzten Hügelreihen gegen die Ebenen Hollands. Von allen diesen Formationen, die jünger als die Grauwacke sind, bietet Skandinavien keine Spuren dar; ob der Sandstein von Hör in Schonen dem Keuper angehöre, ist nicht entschieden; er kann wohl der Juragruppe zugeschrieben werden. Dennoch sind es nicht klimatische Verhältnisse gewesen, welche die Entwickelung, wie etwa der Steinkohle, gehindert haben, denn sowohl Sibirien als auch Spitzbergen bieten dieselben und sogar in einiger Ausdehnung dar.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen über diese sehr wichtige Gruppe, wenden wir uns nun zu ihren einzelnen Gliedern.

7. DIE FORMATION DES ROTHLIEGENDEN.

Syn. Rother Sandstein; Todtliegendes; *Grès rouge*, franz.; *New red Conglomerate*, engl.

Die meisten Glieder dieser Formation zeigen rothe und braunrothe Färbung, dies gab im Mannsfeldschen Veranlassung zu der Benennung; da man nämlich unter dem Kupferschiefer und dem Sanderz, welche beide dort als Zweck des Bergbaues zu betrachten sind, stets ein röthliches Conglomerat fand, so nannte man dasselbe Rothliegendes, oder auch Todtliegendes, um seine Gehaltlosigkeit an metallischen Substanzen zu bezeichnen.

Das vorherrschende und am meisten bezeichnende Gestein des Rothliegenden ist überall grobes Conglomerat. Die Geschiebe desselben können natürlich nur aus ältern Gesteinen bestehen, z. B. aus Porphyr, Melaphyr, Granit, Gneis, Glimmerschiefer, Thonschiefer, Quarz, Kieselschiefer, Hornstein und Grünstein. Nie darf man ein Conglomerat zum Rothliegenden rechnen, wenn es anerkannt jüngere Gesteine, z. B. Muschelkalk, eigentlichen Feuerstein, Basalt, Phonolith oder dergl. als Geschiebe enthält. Das Bindemittel des Conglomerats besteht in der Regel aus mehr und mehr zerkleinten Theilen der Geschiebe selbst, welche Theilchen unter sich durch Eisenoxyd und etwas Thon zusammengehalten werden. Oft ist das Conglomerat durch unregelmässige dünne Schieferthonlagen unterbrochen, welche nach unten zu vorherrschend werden und zuweilen eine Art von Uebergang in Thonstein oder Hornstein vermitteln. Beide letztern Gesteine sind oft sehr porphyrähnlich und enthalten hier und da porphyrartige Kugeln, im Innern mit Chalcedonkernen oder Quarzdrusen. Wirklicher Porphyr und Melaphyr treten ebenfalls in so vielfache Wechselbeziehungen zum Rothliegenden, dass man die erstern bei Schilderung der letztern nicht füglich unerwähnt lassen darf, obwohl sie auf ganz andere Weise entstanden sind. Zuweilen ist das Rothliegende sogar von jenen plutonischen Gesteinen ganz innig durchdrungen, z. B. bei Hohendorf unweit Zwickau von Mandelstein.

Die Mächtigkeit der Formation beträgt im nordwestlichen Deutschland über 3000 Fuss. Das Auftreten derselben scheint

viel mehr, wie schon oben bei den allgemeinen Bemerkungen über die Gruppe gesagt wurde, an die Nachbarschaft der Gebirge gebunden zu sein, als das der jüngern Flötzformationen. In Deutschland lässt sich ihre sehr unzusammenhängende Verbreitung ungefähr durch folgende Hauptorte bezeichnen: Philippseich bei Darmstadt, Niddathal bei Frankfurt, Eisenach, Tambach, Ilmenau, Kiffhäuser, Ellrich am Harz, Mannsfeld, Gerbstedt, Rothenburg a. d. Saale, Magdeburg, Gera, Altenburg, Zwickau, Chemnitz, der Plauensche Grund bei Dresden, Görisseifen bei Löwenberg, das Fürstenthum Glatz; ferner in Böhmen die Kreise Königsgrätz, Bidschow, Nachod, Beraun, Rakonitz, Pilsen u. s. w.

Das Rothliegende findet sich aber nicht allein an den Rändern der Gebirge, sondern es geht auch in den eigentlichen Bau derselben ein, indem es mächtige Bergmassen zusammensetzt, wie am Thüringer Walde und am Harz. Hier und da bildet es romantische Felsenpartien, wie bei Eisenach, Tharand und am Schlossberg bei Baden. — Ueber die allgemeinere Verbreitung der Formation redeten wir schon weiter oben.

In den Schichten des Rothliegenden kommen häufig verkieselte Hölzer vor, Stämme, die theils Coniferen, theils Farren und Calamiten angehören, den Geschlechtern Pinites, Peuce, Tubicaulis, Psaronius, Porosus (Röhrenholz, Staarenholz, Porenholz), Medullosa, Calamitea und Calamites (Markholz, Kalamitenholz und Kalamit). Auch findet sich in einem grauen Sandstein bei Frankenberg in Hessen ein Cupressit, Blätter, Zweige und Früchte einer zu den Cypressen gehörigen Pflanze. Die organische Substanz ist bei dieser Versteinerung durch Kupferglanz ersetzt und man kennt dieselbe unter dem Namen Frankenberger Kornähren.

An einigen Punkten im Saalkreise und in Niederschlesien liegen Kalkstein- und Mergelflötze zwischen den Sandstein- und Conglomeratbänken und in solchen hat man bei Scharfeneck und Ruppersdorf in Schlesien fossile Fische aus dem Geschlecht Palaeoniscus gefunden. Mitunter erscheinen auch Dolomitbänke.

In mehrern Gegenden, wie in Böhmen, in Niederschlesien, bei Wettin an der Saale, bei Manebach im Thüringer Walde und bei Opperode am südöstlichen Harz, liegt eine Steinkohlenbildung im Rothliegenden. Sie besteht aus Schichten von grauem Sandstein und Conglomerat, aus Lagen von Schieferthon und aus Steinkohlenflötzen, die eine Mächtigkeit von einigen Zollen bis zu drei Lachtern besitzen und Gegenstand eines wichtigen Bergbaues sind.

Auch Erzgänge kommen mehrfach im Todtliegenden vor. Namentlich sind Brauneisenstein, Spatheisenstein, Mangan-, Kupfer- und Kobalterze darin an vielen Orten, wie z. B. im Schwarzwald, im Wasgau, zu Bieber bei Hanau, zu Riechelsdorf in Hessen, zu Ilmenau im Thüringer Walde, zu Ilfeld am Harz, darin gefunden.

Salzquellen treten daraus in Schlesien und zu Giebichenstein bei Halle, Sauerquellen zu Charlottenbrunn, Salzbrunn und Altwasser in Schlesien hervor.

8. DIE ZECHSTEIN-FORMATION.

Syn. Kupferschiefer-Gebirge; *Terrain pénéen*, franz.; *Magnesian limestone*, engl.

Auf dem Rothliegenden und unmittelbar unter dem bunten Sandstein, nur durch eine Lettenschicht davon geschieden, folgt die Zechstein-Formation nach ihrem Hauptgliede, dem Zechstein, einer Bezeichnung des Thüringer Bergmannes, so benannt.

Im Mannsfeldschen und am Vorharze folgt auf das Rothliegende ein graues, kieseliges Conglomerat, das Weissliegende, welchen Namen es in Beziehung auf seine Farbe und auf seine Stellung unter den erzführenden Schichten führt. Dazwischen befinden sich mehrfältig mergelige, schiefrige und sandige Schichten von Kupfererzen, Sanderze genannt.

Auf dieses Weissliegende folgt nun der Kupferschiefer, ein schwarzes, bituminöses, dünnschiefriges Mergelgebilde, mit eingesprengten Kupfererzen. Es sind jedoch nur wenige Schichten desselben metallführend, die zusammen kaum eine Mächtigkeit von 2 bis 3 Fuss haben, aber so regelmässig und gleichförmig auftreten, dass sie darin ihres Gleichen nicht haben.

Die ganze Schieferbildung ist durchschnittlich 4 bis 8 Fuss mächtig. Die metallführenden Schichten sind im Mannsfeldschen der Gegenstand eines sehr wichtigen Bergbaues auf silberhaltiges Kupfer. Es umschliessen diese dunkeln Mergelschiefer zahlreiche Fische von dem Geschlechte Palaeoniscus und auch die Reste eines Sauriers, der sich dem Monitor nähert und Protorosaurus genannt worden ist, haben sich darin gefunden.

Auf dem Kupferschiefer liegt zunächst der Zechstein, ein grauer und graulichgelber, deutlich und dünn geschichteter, meist thoniger Kalkstein, der in einigen Gegenden durch Productus oder Strophomena charakterisirt ist und überdies Terebrateln enthält. Die Mächtigkeit des Zechsteins variirt von einigen Klaftern bis 100 Fuss. Bisweilen ist dieser Kalkstein blasig und stänglich und umschliesst Krystalle von Kalkspath, Gyps und Quarz, so wie auch Eisenocker und Kupfererze.

Auf den Zechstein folgen Lagen einer staubartigen Mergelerde oder eines pulverförmigen Stinkkalks, der sogen. Asche, Massen von Gyps und Bänke von körnigem Dolomit, welche jedoch keine bestimmte Reihefolge unter sich haben.

Die Asche, im Durchschnitt 6 bis 20 Fuss mächtig, umschliesst öfters Bruchstücke der kalkigen Schichten, liegt gewöhnlich unter dem Stinkkalk und trennt diesen vom Rauhkalk. Dieser, ein körniger Dolomit von heller, selten bräunlicher Farbe, ist häufig porös und blasig, auch rauh anzufühlen, und darauf bezieht sich der Name, den ihm die Bergleute gegeben haben. Er ist bisweilen zerreiblich und sandig, zuweilen aber auch sehr fest und mitunter voll Blasen und kleiner Höhlungen (Höhlenkalk), aus welchen kohlensaures Gas ausströmt. Einzelne Lagen sind mit Eisenoxyd imprägnirt und heissen Eisenkalk. Die Schichtung ist gewöhnlich undeutlich, und das Gestein von vielen, und zumal von starken senkrechten Klüften durchsetzt. Als charakteristische Versteinerung tritt in diesen Bänken Productus auf.

Der Gyps, von weisser und grauer Farbe, ist meistens körnig und durch Höhlen ausgezeichnet, daher der Name Höhlen- oder Schlottengyps. Diese Höhlen, die in grossen

Zügen meilenweit unter der Erde fortziehen, wie z. B. bei Wimmelburg unweit Eisleben, zum Theil mit Wasser gefüllt sind, stehen öfters durch Spalten mit der Oberfläche in Verbindung, schliessen häufig eine irrespirable, mit Kohlensäure gemengte Luft ein und in ihrem Gefolge erscheinen zahlreiche Erdfälle.

Es bildet dieser Gyps theils Stöcke, theils flötzartige Lagen, wechselt verschiedentlich mit den kalkigen Gesteinen und ist in deren Nähe damit verunreinigt, oft zellig und blasig. — Oefters ist dieser Gyps von Anhydrit und auch von Steinsalz begleitet. So scheint aus dieser Gypsformation die Salzquelle der Saline Dürrenberg zu kommen, auch scheint das erste im preussischen Staate gefundene Steinsalz, nämlich das neuerlich bei der Saline Artern unweit Querfurt, in der Provinz Sachsen in fast 1000 Fuss Tiefe erbohrte, davon umschlossen zu sein.

Mitunter erscheint die Gypsbildung sehr mächtig, wie z. B. am Südrande des Harzes, wo sie als ein starker, hoher Wall, dessen weisse, felsige Abhänge dem Gebirge zugekehrt sind, von Osterode bis in die Nähe von Sangerhausen ununterbrochen fortzieht.

Zu oberst in dieser Formation, unmittelbar unter dem bunten Sandstein und nur durch eine Lettenschicht davon geschieden, liegt ein bräunlichschwarzer oder grauer Stinkkalk, den man Stinkstein nennt, wenn er dicht, Rauhstein, wenn er körnig, Rauchwacke, wenn er zellig ist. Dieser Stinkkalk mit meist gebogenen und zerklüfteten Schichten, mit einer variabeln Mächtigkeit von einigen bis 80 Fuss, erscheint bisweilen als Trümmergestein oder ist durch ein bituminöses Thonflötz repräsentirt, in welchem scheibenförmige Stücke davon liegen.

Die Zechsteinformation tritt, wie schon bemerkt, in Thüringen und im Mannsfeldschen als Typus der Bildung auf. Man sieht sie ferner am südlichen Harzrand und in der Gegend von Halle, so wie am nördlichen Abfall des Riesengebirgs unfern Liegnitz. Die obere Abtheilung kennt man namentlich bei Riechelsdorf in Hessen, bei Biber im Hanauischen, am Ostrande des rheinischen Schiefergebirges und am Abfall

des voigtländischen Schiefergebirges, zwischen der Ilm und der Elster. Südlich vom Main hat man sie noch nirgends gefunden.

Am Schwarzwalde und in den Vogesen fehlt die kalkige Zwischenbildung zwischen dem bunten Sandstein und dem Rothliegenden gänzlich, und die beiden Formationen fallen daher in eine einzige grosse Sandstein- und Conglomeratbildung zusammen. Das Gleiche scheint auch in Spanien der Fall zu sein. In Frankreich sieht man die obere Abtheilung der Zechstein-Formation in geringer Entwicklung bei Autun.

In England dagegen ist sie unter dem Namen Magnesia-Kalkstein (*Magnesian limestone*) wohlbekannt. Sie besteht aus dolomitischem Kalkstein, Mergelschiefer, dichtem Kalkstein und buntfarbigem Mergel, Schichten, welche in Nottinghamshire, Derbyshire, Yorkshire, Durham und Northumberland verbreitet sind. In dem Mergelschiefer von Durham hat man schöne fossile Fische gefunden, die den Geschlechtern Sauropsis, Acrolepis, Nemopterix, Osteolepis, Platysomus angehören. In Nordamerika hat man eine analoge Bildung am Obersee beobachtet.

9. DIE FORMATION DES BUNTEN SANDSTEINS.

Syn. Vogesen-Sandstein; *Grès bigarré*, *Gr. vosgien*, franz.; *New red Sandstone*, *variegated S.*, engl.

Als Unterlage aller der verschiedenen Kalk-, Thon-, Salz- und Mergelbildungen der obern Abtheilung unserer Rothsandstein-Gruppe oder der Trias tritt ein mächtiges Sandsteingebilde auf, von vorherrschend rother Farbe, das jedoch stellenweise eine ausgezeichnet bunte Färbung hat, wovon es den Namen führt. Der bunte Sandstein schliesst dieselben Schalthier-Versteinerungen ein, welche wir als Leitmuscheln für den Muschelkalk in der nächsten Formation kennen lernen werden und überdies sehr charakteristische Pflanzenversteinerungen, zumal von Farren und Coniferen. Die vorliegende Formation zerfällt in drei Abtheilungen:

a. Untere Abtheilung. Grobkörniger Sandstein und Conglomerat. — Die unterste Lage des bunten Sandsteins besteht aus Schichten, die mehr grobkörnig, gewöhnlich

arm an Bindemittel, häufig kieselig und conglomeratartig, und in der Nähe der plutonischen und metamorphischen Gesteine, auf denen sie oft unmittelbar liegen, meist wahre Kieselconglomerate sind. Mitunter liegen Feldspathkörner und Glimmer zwischen groben Quarzkörnern. Oefters schliesst der grobkörnige Sandstein, namentlich am Schwarzwalde, nuss- und faustgrosse Kugeln und Sphäroiden von Sandstein ein, die sich durch braune, dunklere Farbe von der Grundmasse unterscheiden. Sie bestehen aus einem durch Eisen- oder Manganoxydhydrat cementirten Sand, und stecken oft so lose in der Masse, dass sie sich hin und her bewegen lassen und herausfallen. Bänke mit solchen Einschlüssen gewähren einen sonderbaren Anblick. Man könnte von Ferne glauben, es stecken Kartätschen- oder Kanonenkugeln in der Sandsteinmasse. Bisweilen kommen auch Drusenräume vor, die mit schönen Quarzkrystallen ausgeschmückt sind, wie z. B. zu Waldshut und Loretto bei Freiburg im Breisgau.

Im nordwestlichen Deutschland treten in dieser untern Abtheilung mächtige Massen von Schieferletten auf, in welchem viel Gyps liegt und auch Bänke von grobkörnigem Rogenstein vorkommen. Dort zeigen sich überhaupt die Abtheilungen nicht so regelmässig, wie im südlichen Deutschland. — Die untere Abtheilung, in welcher keine Versteinerungen vorkommen, erreicht öfters eine grössere Mächtigkeit, als die beiden obern Abtheilungen zusammengenommen, und in einigen Ländern ist das ganze Gebilde des bunten Sandsteins 1000 bis 1200 Fuss mächtig.

b. Die mittlere Abtheilung umfasst die festen und dichten Schichten des feinkörnigen, in dicke Bänke abgetheilten Sandsteins, die allgemein als Bausteine benutzt werden. Das thonige Bindemittel liegt häufig in plattgedrückten Knollen, sogen. Thongallen, oder in scheibenförmigen Lagen in dem festen Sandstein, der im Allgemeinen sehr gleichförmig und regelmässig geschichtet und durch vertikale Klüfte in parallelepipedische Stücke von ansehnlicher Grösse getheilt ist. Der Glimmer ist sparsam auf den Schichtungsflächen dieses Sandsteins und in noch geringerer Menge im Innern seiner Masse

enthalten. Zwischen den Sandsteinbänken liegen, vorzüglich nach oben zu, schiefrige Thone.

In dieser mittlern Abtheilung kommen nur selten Schalthierreste vor; dagegen findet man hier ausgezeichnet schöne Pflanzenreste einer tropischen Inselflora. Zu Sulzbad im Elsass kommen darin, in den festen Sandsteinschichten, vor: Coniferen (Voltzia und Albertia); Farren (Sphaenopteris, Anomopteris, Filicites); Equisetaceen (Calamites), letztere sehr häufig. Das sind alles Reste ausdauernder, starker Gewächse, die nach dem Absterben sich wohl bis zu dem, tropischen Ländern eigenthümlichen Winterregen erhalten konnten und sodann fortgeschwemmt und in Sand begraben wurden. Darin liegen auch Reste von Odontosaurus.

In gewissen Schichten dieses Sandsteins finden sich die schon im fünften Abschnitte erwähnten Fährtenabdrücke vorweltlicher Thiere, von denen ausserdem in ihm noch keine Ueberreste mit Bestimmtheit nachgewiesen worden sind. Diese Fährtenabdrücke befinden sich gewöhnlich als Reliefs an der untern Fläche von Sandsteinschichten, welche auf Thonlagen ruhen und die in diesen erfolgten Hohleindrücke ausgefüllt haben. Sie rühren, wie es scheint, von Säugethieren und Vögeln, oder zum Theil auch von Amphibien her. Auffallende Beispiele finden sich bei Hildburghausen und bei Pölzig unweit Weissenfels in Thüringen und im Connecticut in Nordamerika.

In den thonigen Zwischenschichten liegen einige Schalthierreste, wie von Mya, Posidonia, Pecten und Krebsreste (Galathaea). Die Pflanzenreste dieser thonigen Lagen sind: Farren (Neuropteris, Pecopteris); Monocotyledonen (Aethophyllum, Echinostachis, Palaeoxyris) und eine Pflanze mit gewirtelten Blättern, den Potamogeten ähnlich. Zu Durlach bei Carlsruhe kommen schöne Calamiten und ausgezeichnete Stücke von Anomopteris vor. — Diese Pflanzen gehören zu den zarter gebaueten einjährigen Farren, sind Coniferenzweige mit Blüthenkätzchen und wohl im Frühling und Sommer in die ruhiger abgesetzten, thonigen Lagen eingewickelt worden.

Die Mächtigkeit dieser mittlern Abtheilung beträgt im Durchschnitt einige Hundert Fuss.

c. Obere Abtheilung. Plattenförmiger Sandstein und gypsführender Schieferletten. — Zu oberst, unmittelbar unter dem Muschelkalk, liegen schiefrige, rothe und bunte Thonmergel, oder ein intensiv rother Thon von schiefriger Beschaffenheit, den man Schieferletten nennt; oder aber rothe und bunte, thonige, glimmerreiche Sandsteinschiefer. In den tiefern Schichten liegen feste Sandsteine von ausgezeichnet plattenförmiger Beschaffenheit (wie z. B. am Sollinggebirge an der Weser), und auch Lagen von mehr dickgeschichtetem Sandstein, welche nach abwärts in die grosse Masse der festen, starken Sandsteinbänke übergehen. Der Sandstein hat immer ein thoniges Bindemittel und ist durch viele grosse Glimmerblättchen bezeichnet, welche öfters auf den Schichtungsflächen in grosser Menge, und bei den schiefrigen Sandsteinen dicht aneinander liegen. Zuweilen ist der Schieferletten, zuweilen der schiefrige und plattenförmige Sandstein vorherrschend. Im erstern Falle stellen sich bisweilen Bänke von grobkörnigem Rogenstein ein, der graue, braune und rothe Färbungen zeigt, wie an den Umgebungen des Harzes, und öfters sandig ist, so wie Bänke von Dolomit, die mit sandigen Mergeln wechseln.

An vielen Orten kommt in dieser obern Abtheilung Gyps vor, bald als reiner, bald als Thongyps, und zwar sowohl in Schnüren und Nestern, als in grossen stockförmigen Massen, wie am untern Neckar, in Thüringen und am Harz. Oefters ist auch der Schieferletten salzhaltig, wie zu Sulz und Hamersheim am Neckar.

Versteinerungen findet man nur an einigen wenigen Punkten. Zu Sulzbad im Elsass liegen in einem feinkörnigen, thonigen Sandstein viele Schalthiergattungen des Muschelkalks, wie Natica, Plagiostoma, Avicula, Terebratula. Lingula, Mya, Trigonia, Modiola, Turritella, Buccinum, Rostellaria u. e. a. Die Schale ist, mit Ausnahme von Terebratula und Lingula, immer verschwunden und man findet nur die äussern Abdrücke der Schalen und deren Ausfüllung. Auch erscheinen die Schalthierreste

stets etwas zusammengedrückt. — Ausserdem erscheinen noch Encrinitenglieder, Saurier- und Fischreste; die Saurierknochen sind meist zertrümmert.

Zu Bubenhausen unfern Zweibrücken finden sich in einem thonigen, rothen und gelben, bindemittelreichen Sandstein dieser Abtheilung Natica, Avicula, Mytilus und Trigonia in solcher Menge, dass sie das ganze Gestein erfüllen. Ueberdies findet man hier Zähne von Fischen aus den Geschlechtern Psammodus und Placodus, und Reste von Farren, Calamiten und Coniferen. Diese Abtheilung erscheint bis 200 Fuss mächtig.

Auf eine ausgezeichnetere Weise, als in allen jüngern Formationen, treten im bunten Sandstein Erzlagerstätten auf; wahre, weitfortsetzende Gänge, Spalten vorzüglich mit Blei- und Eisenerzen ausgefüllt, kommen in verschiedenen Ländern darin vor. Es setzen die Brauneisensteingänge am Nordende des Schwarzwaldes, bei Neuenbürg, Liebeneck u. s. w. darin auf; ferner die Eisen- und Bleigänge bei Katzenthal, St. Amarin u. s. w. an den Vogesen; die Spatheisensteingänge im Baiggory-Thal in den Pyrenäen; die Kupfergänge zu Bulach und Schönegrund auf dem Schwarzwalde. Westlich von Saarbrücken kommen bei St. Avold Bleiglanz und Weissbleierz in Schnüren und eingesprengt, als sogen. Knotenerz in dem Sandstein vor, und auf ähnliche Weise finden sich die Bleierze am Bleiberg bei Mechernich und Kall, zwischen Bonn und Aachen. Vielfältig trifft man Schnüre und Trümmer von Schwerspath darin, die öfters von Brauneisenstein und von Manganerz begleitet sind. Jedoch sind alle bedeutenden Erzvorkommnisse auf die untere Abtheilung der Formation beschränkt.

Eine weitere hohe technische Bedeutung hat der bunte Sandstein durch seinen Salzgehalt. In seinem Gebiete liegen die Salinen Schönebeck, Dürrenberg, Stassfurt, Allendorf und Kissingen. Aus dem untern Schieferletten entspringen die Soolquellen von Salzungen und Schmalkalden, aus dem obern die von Creuzburg und Sulz an der Ilm. Auch das Salzgebirge von Cheshire und zu Northwich in England kommt in der obern Abtheilung dieser Formation vor.

In seinem Gebiete entspringen die eisenhaltigen Säuerlinge von Pyrmont und Driburg und bei jenem Ort liegt in seinem Bereich auch die mit kohlensaurem Gase erfüllte Dunsthöhle. Endlich entspringt auch daraus das berühmte Mineralwasser von Cheltenham in England und von Kissingen in Baiern, die viel Aehnliches haben.

Der bunte Sandstein setzt in grösserer Entwickelung starke Bergketten und ansehnliche Gebirgszüge zusammen, die sich durch steile Abhänge und breite Rücken auszeichnen. Die damit parallel laufenden Thäler sind fast durchgängig tief und von steilen Wänden eingeschlossen, diese oft mit Trümmern bedeckt und mitunter felsig. Querthäler aber, die spaltenförmig in die Sandsteinmasse eindringen, gehören zu den malerischen, da sie immer eng, mannigfaltig gewunden und felsig sind. Die Abhänge sind, namentlich gegen den Ausgang der Thäler, oftmals mit nackten Felsen in mannigfaltigen überraschenden Gestalten geschmückt; wie man dies so schön im Thal der Lauter, zwischen Dahn und Weissenburg, und im Anweiler Thal sieht. Wo der bunte Sandstein, wie an der Ost- und Nordseite des Schwarzwaldes, den sanftern Abfall eines hohen plutonischen Grundgebirges überdeckt und als breiter Saum umzieht, da bildet er grosse, breite, schwach geneigte Plateaus, deren Zusammenhang durch tief niedergehende Spaltenthäler unterbrochen ist. Hier sieht man Berge nur in den Thälern und vom Grunde dieser aus erscheinen uns die hohen Thalwände als solche. Hat man diese erstiegen, so steht man auf der einförmigen, hohen Platte.

In Deutschland tritt der bunte Sandstein sehr mächtig und verbreitet auf; er bedeckt eine Fläche von mindestens 500 Quadratmeilen und erreicht im Schwarzwalde, auf den Hornisgründen, eine Höhe von 3000 Fuss. Nördlich vom Schwarzwalde, an dessen Ost- und Nordseite er ungewöhnlich mächtig entwickelt ist, tritt er in grosser Ausdehnung im Odenwald und Spessart auf, breitet sich sodann zwischen dem Thüringerwald und dem Westerwald, in den Werra- und Fulda-Gegenden und im Norden des basaltischen Vogelsgebirges aus, constituirt den Sollingerwald, umzieht den Harz, als breiter Saum den Südrand desselben bis gegen Halle hin, zieht sich über

Merseburg an der Saale hinab, den Muschelkalk umsäumend, über Jena an den Nordrand des Thüringerwaldes. Jenseits des Rheins sehen wir ihn an der Haardt und an der obern Saar; in Frankreich erscheint er an den Vogesen, zumal auf der Ostseite in Lothringen.

In England ist die Bildung des *New red marl and sandstone* ausserordentlich verbreitet. Nördlich von Bristol zieht sie sich über Birmingham, Nottingham, York, bis zur Mündung des Tees; nordwestlich überdeckt sie das Land zwischen Derby und Shrewsbury und bis Manchester und Liverpool. — In Nordamerika scheint sie auf das Thal von Connecticut beschränkt zu sein.

10. DIE FORMATION DES MUSCHELKALKS.

Syn. Rauchgrauer Kalkstein zum Theil; *Calcaire coquillier*, *C. de Göttingue*, franz.

Unmittelbar über dem bunten Sandstein und in Deutschland und Frankreich vorzüglich entwickelt, liegt eine mächtige Kalksteinbildung, deren mittlere und untere Bänke oft so voll von Schalthier-Versteinerungen sind, dass die Formation den obigen Namen erhielt. Als charakteristische Versteinerungen treten auf: Ceratites nodosus, Avicula socialis, Nautilus bidorsatus, Trigonia pes anseris, Mytilus eduliformis, Plagiostoma striatum und lineatum, Pecten laevigatus, Lingula tenuissima und Encrinites liliiformis; am allerhäufigsten aber, und als vorzügliche Leitmuschel erscheint Terebratula vulgaris.

Die Muschelkalkformation zerfällt ganz natürlich in drei Abtheilungen.

a. Untere Abtheilung. Wellenkalk. — Zu unterst und unmittelbar auf dem bunten Sandstein liegt eine Reihe von Kalk- und Mergelschichten, die dadurch ausgezeichnet sind, dass sie eine sehr dünne Schichtung und durchaus wellenförmige Biegung haben. Man glaubt überall den Wellenschlag einer bewegten Flüssigkeit zu sehen. Die Schichtung geht in das Schiefrige, und nur selten, und immer nur einzeln, im Mergel liegend, sieht man fussstarke Kalksteinbänke. Der graue Mergel wechselt häufig mit den Kalkschichten, und herrscht bisweilen

vor. Es liegen öfters kleine Kalksteinplatten darin, wodurch ihre Schieferung ebenfalls wellenförmig wird. Nur selten ist sie parallel und dann erscheint der Mergel bisweilen in ebenso papierdünnen Blättchen, wie wir es später beim Posidonienschiefer des Lias so ausgezeichnet finden werden. Die Oberfläche des schiefrigen Kalkes ist immer uneben, höckerig und wulstig. Mitunter liegen dolomitische Schichten dazwischen.

Dieser Charakter des Wellenkalks ist nicht constant. In einzelnen Gegenden treten statt der Kalksteine Dolomite auf, und statt der gewöhnlichen dolomitische Mergel, welche nach unten zu gewöhnlich sandig, glimmerführend und mergeligen Sandsteinschiefern ähnlich sind. Nach oben treten graue Thonlagen auf.

Weichere dolomitische Mergel wechseln gewöhnlich mit Bänken von festem Dolomit, mit schiefrigem Thon, auch mit bituminösen kalkigen Gesteinen. Die vorherrschende Gesteinsfarbe ist grau und graulichgelb. Die Dolomite sind auch oftmals plattenförmig und zeigen bisweilen einen Anflug von Kupferlasur oder von Kupfergrün. Mitunter erscheinen sie porös und löcherig.

Durch die ganze Abtheilung ist häufig Gyps in Schnüren und Lagen verbreitet; auch Steinsalz erscheint dann und wann in Körnern und Trümmern eingemengt und ausserdem findet sich in den Dolomiten auch Bleiglanz, Blende, Feuerstein, Kalk- und Braunspath. Letzterer füllt, in Gemeinschaft mit Spatheisenstein, bisweilen kleine, gangartige Spalten aus. Am Silberberge bei Aach, unweit Freudenstadt im Schwarzwalde, setzen aus dem unterliegenden Sandstein mit Schwerspath und Brauneisenstein ausgefüllte Gänge, bis in die Dolomite dieser Abtheilung herauf.

Versteinerungen sieht man in diesen Schichten viel weniger, als in den obern und meistens zerstreut. — Am gewöhnlichsten findet man Plagiostoma, Turbinites, Lingula, Trigonia, Avicula und Mya. Ueberdies kommen öfters Nautilus, Reptilienreste von einem Thiere, das Aehnlichkeit mit Trionyx hat, Fischzähne von Hybodus und Krebsreste von Pemphyx vor. Die Mächtigkeit dieser Abtheilung

wechselt ausserordentlich; sie steigt von einigen Klaftern bis auf 230 Fuss.

b. Mittlere Abtheilung. Salzführende Schichten oder Anhydritreihe. — Ihre wesentlichen Glieder sind Anhydrit, Thon, Gyps, Steinsalz, Kalkstein, Stinkstein und dolomitischer Mergel, und es findet sich in derselben nicht eine Spur von Versteinerungen.

Auf den Wellenkalk folgen Schichten von grauem dichten Kalkstein im Wechsel mit dunkelfarbigem Mergel. Mit Zunahme des Bitumengehalts gehen Kalk und Mergel in Gesteine über, welche beim Zerreiben einen widrigen Geruch von sich geben und deswegen Stinkstein und Stinkmergel genannt werden. Auf diesen untern Schichten folgt dolomitischer Mergel von vorherrschend gelber Farbe und erdigem oder grobkörnigem Bruch, meistens porös und mit kleinen Drusen von Quarz, Kalkspath und Braunspath.

Die Dolomite, Mergel, Kalksteine und Stinksteine kommen in mannigfachem Wechsel mit einander vor, sind zuweilen sehr kieselig und führen sodann Nester und Knollen von Hornstein, der bisweilen in Chalcedon übergeht.

Im Wechsel mit diesen Gesteinen kommt, meistens ziemlich in der Mitte der Abtheilung, Anhydrit (wasserfreier schwefelsaurer Kalk oder Gyps) als vorherrschende Masse vor, begleitet von Gyps und Thon. Der Anhydrit ist dicht und körnig, gewöhnlich grau, durch Bitumen öfters auch schwarz gefärbt, selten weiss oder blau. Er ist häufig salzig oder von Salztrümmern durchzogen, und immer von dunkelgrauem Thon begleitet, der bald mehr bald weniger salzig ist, daher er auch Salzthon oder Hallerde heisst und mit Vortheil als Düngmittel verwendet wird.

Der Gyps ist immer untergeordnet, dicht, meist thonig. Fasriger und späthiger Gyps durchsetzen sowohl den Thon und Gyps, als den Anhydrit und Salzthon.

Das Steinsalz bildet, in verschiedenen Graden der Reinheit, Stöcke im untern Theil dieser Abtheilung, ist von Anhydrit- und Salzthonlagen durchzogen, oder bildet Schnüre und Nester in diesem. Es erreicht in einzelnen Stöcken eine

Mächtigkeit bis zu 170 Fuss. Im Anhydrit kommt bisweilen Glaubersalz, Bittersalz, Schwefel und Schwefelkies vor.

Unter dem Steinsalz folgen wieder Lagen von Thon und Anhydrit, welche diese Abtheilung vom unterliegenden Kalkgebilde trennen.

Die Stärke der einzelnen Glieder ist verschieden, und bald herrscht Anhydrit, bald Thon, bald Steinsalz vor, oder es wird eins von dem andern verdrängt. Bei dieser grossen Unregelmässigkeit in den Schichtungsverhältnissen der Abtheilung, die keinerlei Regel in Folge oder Lage der Glieder wahrnehmen lässt, zeigt sich immer auch die Mächtigkeit sehr verschieden; sie steigt von einigen bis zu 300 und 400 Fuss.

Aus dieser Abtheilung der Muschelkalk-Formation ziehen die Salinen am obern und untern Neckar, so wie die zu Buffleben und Stotternheim unweit Gotha ihr Salz und zwar wird dort Soole aus Bohrlöchern gewonnen, welche in das Steinsalz niedergetrieben worden sind und durch die hinab Wasser dringt, welches das Salz auflöst. Nur ausnahmsweise werden Schächte bis auf das Steinsalz abgeteuft und dieses vermittelst der Sprengarbeit gewonnen. Es entspringen ferner aus dem Muschelkalk die Salzquellen der so wichtigen Salinen von Halle und Schönebeck in der preuss. Provinz Sachsen, so wie die mehrer anderer weniger bedeutender Salinen, so dass der Salzreichthum der Formation im hohen Grade wichtig ist.

Das Salzgebirge wird durch unterirdische Wasser an manchen Stellen ausgewaschen, da es sehr auflöslich ist; dadurch entstehen Ausweitungen unter dem dünngeschichteten grauen Kalkstein, die Einbrüche zur Folge haben, welche oft bis an die Oberfläche reichen und als Erdfälle erscheinen. Ohne Zweifel sind auf diese Weise in der obern Abtheilung manche Höhlen entstanden.

c. Obere Abtheilung. K a l k s t e i n v o n F r i e d r i c h s h a l l ; o b e r e r r a u c h g r a u e r K a l k s t e i n. — Dieser Kalkstein ist dicht, in Süddeutschland vorherrschend rauchgrau, auch asch- und schwärzlichgrau, dabei dünn und sehr regelmässig geschichtet. Nördlicher, wie in Thüringen, erscheint die Farbe lichter und zu Rüdersdorf bei Berlin, in Oberschlesien

und in Südpolen ist sie gewöhnlich so hell, wie die der obern Jura-Kalke. Die Schichten sind selten über 1 Fuss stark. Der Bruch des Gesteins ist flachmuschlig und geht ins Splittrige über. Zwischen den Schichten liegen immer heller gefärbte Thonlagen. Ausgezeichnet ist bei diesem Kalkstein der Parallelismus der Schichten, grosse Einförmigkeit und häufig gänzliche Horizontalität der Lagerung.

Zu unterst in dieser Abtheilung treten Schichten auf, die sehr viel Encriniten enthalten, besonders in der Umgegend von Friedrichshall in Würtemberg, so wie am Elmwalde bei Braunschweig. In den Thonlagen zwischen den Kalkschichten findet man bisweilen schöne Kronen des Encrinites liliiformis, mit ansitzenden Stielen. Die Kalkmasse erscheint nicht selten durch die unzähligen Encriniten-Glieder, deren Masse Kalkspath ist, späthig. Man hat diese encrinitenreiche Lage auch Trochiten- und Encrinitenkalk genannt.

Auf diese Schichten folgt eine bis 20 Fuss mächtige Lage von grauem, dünngeschichtetem Kalkstein, in welchem keine Schalthier- und Encriniten-Reste liegen, dagegen aber versteinerte Krebse, hauptsächlich von Pemphix oder Palinurus, so zu Marbach bei Villingen und zu Bruchsal im Badenschen, zu Kaiseraugst bei Basel, zu Rottweil, Sulz, Ilsfeld und Jaxtfeld am Neckar. Auffallend ist es, dass in den die Krebsreste einschliessenden Schichten auch nicht eine Spur von Encriniten vorkommt, die sonst so häufig sind und gleich darüber und darunter erscheinen.

Ueber diesen Schichten mit Krebsresten liegt ein ganz mit Encriniten-Gliedern erfüllter Kalkstein von bräunlichgelber Farbe, der dick geschichtet und 7 bis 8 Fuss mächtig ist. Darüber folgt ein oolithischer Kalkstein von lichter, graulichgelber Farbe mit Mactra, Venus und Trigonia, immer nur einige Fuss mächtig.

Ueber diesem oolithischen Kalkstein liegt ein dünngeschichteter, wenige Fuss mächtiger, dunkelgrauer Kalkstein, der ganz voll Pecten und Plagiostoma, in Begleitung von Austern und Encriniten-Gliedern ist.

Die obersten Schichten dieser obern Abtheilung des Muschelkalks sind oftmals in einer Mächtigkeit von 60 bis zu einigen

Hundert Fuss so petrefactenarm, dass man stundenweit in Thälern, die in dieselben eingeschnitten sind, wandern kann, ohne, selbst an gänzlich entblössten Stellen, auch nur ein einziges Petrefact zu finden. Immer sparsam liegen darin Avicula, Trigonia, Plagiostoma, Terebratula und Glieder vom Lilien-Encrinit.

Zuweilen sind diese Schichten von wahren Dolomiten überlagert, welche dieselben von den untersten Schichten der Keuper-Formation scheiden, oder auch von porösen, öfters etwas mergeligen dolomitischen Gesteinen. In diesen vorherrschend gelben Dolomiten kommen zerstreut Petrefacten vor, von welchen die der Schalthiere Steinkerne sind, da fast jede Spur der Schalen verschwunden ist. Man findet Fischzähne und Schuppen, Stacheln von Cidarites, ferner Steinkerne von Trigonia, Terebratula, Buccinum, Trochus u. e. a. Diese Dolomite sind dick geschichtet, oft massig und erreichen eine Mächtigkeit bis zu 110 Fuss.

In den dichten Kalksteinen dieser obern Abtheilung finden sich öfters kieselige Schichten, und mitunter so stark von Kieselmasse imprägnirt, dass sie am Stahl Feuer geben. Dann liegen auch Knollen von Feuerstein, Chalcedon oder Hornstein darin.

Die untern Schichten enthalten, ausser den bereits angeführten Petrefacten, noch viele andere, namentlich Reptilienreste von Nothosaurus und Dracosaurus, Fischreste von den Geschlechtern Placodus, Gyrolepis, Psammodus, Acrodus, Hybodus; von sepienartigen Thieren Kinnladen (sogen. Rhyncholithen oder Sepienschnäbel); und viele Schalthiere, insbesondere Ostrea (Austern), Rostellaria, Ceratites, Nautilus u. s. w. Oefters besitzen sie sonderbare stängliche Absonderungen, sogen. Stylolithen.

In technischer Beziehung zeichnet sich die obere Abtheilung vorzüglich durch beträchtliche Erzbildungen aus. In ihr liegen die Blei-, Galmei- und Eisenstein-Lagerstätten in Oberschlesien und Südpolen, die Eisensteinbildung bei Wiesloch unfern Heidelberg, die kleinen Spatheisensteingänge am Braunsberge und Ziegenberge in Westphalen u. e. a.

Die Quellwasser, welche daraus zu Tage kommen, sind, vermöge ihres grossen Kalkgehalts, wie die aller Kalkbildungen, incrustirend. An mehren Orten treten Säuerlinge daraus hervor, wie zu Imnau, Niedernau und Cannstadt.

Zuweilen liegen Höhlen in dieser Abtheilung, wovon die Erdmannshöhle bei Hasel im Schwarzwalde ein ausgezeichnetes Beispiel giebt; sie ist durch Einsturz entstanden.

Der Muschelkalk bildet häufig ausgezeichnete Höhenzüge, mit meist wellenförmiger, oft beinahe horizontaler Oberfläche, so wie auch höchst einförmige Hochflächen. Mitunter tritt er in schmalen, langen Bergrücken auf, zwischen welche sich flache Thäler hinziehen. Die einförmige Plateauform ist aber besonders vorherrschend und giebt diesen Kalkgegenden einen monotonen Charakter. Sind Thäler in die zusammenhängende Kalkmasse eines Plateaus eingeschnitten, oder durch Spaltung darin entstanden, so erscheinen die Wände häufig sehr steil, felsig, mitunter lothrecht, und an solchen, gewöhnlich nackten, Felswänden sieht man alsdann recht schön, und oft auf grosse Erstreckung, die geregelte parallele Schichtung und die ermüdende Einförmigkeit des Schichtenbaues.

Die Formation ist hauptsächlich im südwestlichen Deutschland, besonders im östlichen Schwarzwalde, in Schwaben und Franken verbreitet; im nordwestlichen Deutschland tritt sie besonders in den sächsischen Herzogthümern, sodann in Thüringen, in den Wesergegenden, an der Leine, so wie am Nordrande des Harzes auf, und endlich sieht man sie nochmals, aber ganz isolirt, als eine wahre Insel bei Rüdersdorf unfern Berlin, in der grossen Niederung. Bei Villingen, am östlichen Schwarzwalde, erreicht sie eine Höhe von 2300 Fuss.

In Oberschlesien und Südpolen ist der Muschelkalk um Tarnowitz verbreitet, sodann bei Krakau und Kielce, und in den Umgebungen dieser drei Orte geht ein ganz beträchtlicher Bergbau auf Eisen, Zink und Blei um, die daselbst in dieser Kalkbildung liegen und die eine sehr bedeutende Metallausbeute geben. — In den Alpen ist er mit Bestimmtheit noch nicht nachgewiesen und in England fehlt er gänzlich. — Dagegen tritt er in Solothurn, bei Pruntrutt, Basel und im Aargau unter dem Jura hervor und hat dort an den Zerrüttungen und

Aufrichtungen des letztern Gebirges Theil genommen. In Frankreich ist er in Lothringen, von der luxemburgschen Grenze bis zu den Quellen der Saône ziemlich mächtig.

11. DIE FORMATION DES KEUPERS.

Syn. Marnes irisées, franz.

Das vorherrschende und bezeichnendste Gestein der Formation ist feinkörniger, meist grauer oder gelblicher Sandstein, welcher in Nordbaiern und im Coburgschen vom Volke „Keuper" genannt, zu der Benennung der ganzen Formation Veranlassung gegeben hat. Mit diesem Sandstein wechseln gewöhnlich Thon- und Mergelschichten, welche besonders in der untern Region sehr überhand nehmen und Gyps- und Dolomitlagen umschliessen.

Die Formation zerfällt in folgende Abtheilungen:

a. Zu unterst und sogleich auf den obersten Schichten der vorhergehenden Formation liegt eine Reihe von Schichten, die aus Kalkstein, Dolomiten, Gyps, Sandstein, Mergelschiefern, unreiner thoniger Kohle, der sogen. Lettenkohle und Schieferthon besteht. Die Gesteine haben sämmtlich unreine, graue und gelbe Färbungen, und unterscheiden sich dadurch auf den ersten Anblick von den höhern, vorherrschend roth gefärbten Schichten. Es ist diese Abtheilung durch Posidonia, Equisetum, Taeniopteris, so wie durch ein eigenthümliches Kohlengebilde charakterisirt. Es liegt eine eigenthümliche Flora in diesen Schichten, durch welche sie als ein Sumpfgebilde bezeichnet werden.

Die untersten Schichten dieser eine sehr verschiedene Mächtigkeit, von 20 bis 100 Fuss, zeigenden Abtheilung, bilden Thonmassen von asch- und schwärzlichgrauer Farbe mit vielen Pflanzenabdrücken. Der Thon ist oft schiefrig-sandig, geht in Sandsteinschiefer und in wirklichen Sandstein über. In diesen Schichten sind bei Gaildorf die Reste des Mastodonsaurus und im Primthal bei Rottweil in Schwaben Posidonia, Hybodus und Gyrolepis gefunden worden.

Darüber liegt die Lettenkohle in Begleitung von schiefrigem Thon, Mergel und Alaunschiefer. Sie ist eine unreine, thonige Kohle, die sich an der Luft aufblättert und nach und

nach sich in scheibenförmige Stücke zertheilt. Die Flötze sind schwach, oft auch sehr kieselig, und können daher nicht wohl anders als zur Vitriolbereitung benutzt werden. Bisweilen liegen einige schmale Flötze, durch Sandsteinschichten getrennt, übereinander. Als Dach ist öfters ein kieselhaltiger Kalk, oder ein Schieferthon mit Pflanzenabdrücken vorhanden. In der blättrigen Kohle selbst liegen bisweilen Abdrücke von Equisetum.

Ueber der Lettenkohle liegt eine häufig 16 bis 40 Fuss mächtige, graue Sandsteinbildung mit einer ausserordentlichen Menge von Pflanzenresten, die sehr wohl erhalten und oft nur in braunen oder schwarzen Abdrücken vorhanden sind. Der gewöhnlich schmutzig gelblichgrau gefärbte Sandstein hat ein thoniges Bindemittel, ist feinkörnig und voll weisser Glimmertheilchen. Er ist deutlich in Bänke von mittlerer Mächtigkeit geschichtet, liefert gute Quadersteine und schliesst gewöhnlich millionenweise Calamites, Equisetum, Taeniopteris, Elatropteris, Pterophyllum und Pecopteris, ferner Zähne und Knochen von Fischen und eine Schildkröte, welche mit Trionyx Aehnlichkeit hat, ein.

Auf diese Sandsteinbildung folgt gewöhnlich schiefriger Kalkmergel, der bisweilen Nester und Schnüre von Gyps einschliesst. Oefters wird dieser Mergelschiefer sandig und verläuft in Sandsteinschiefer oder geht in ein dolomitisches Gestein über. Es liegen öfters Reste von Equisetum, Taeniopteris und Pterophyllum, nebst Posidonia und Lingula darin. Bisweilen treten Kalksteinschichten von rauchgrauer Farbe auf, welche von Kalk- und Braunspathschnüren, mitunter auch von Cölestin durchzogen sind und die schon erwähnten Petrefactengeschlechter Mya, Trigonia und Avicula einschliessen.

Zu Vic in Lothringen liegt unter dem Lettenkohlen-Sandstein eine Steinsalzbildung, die aus Thon, Mergel, Anhydrit und Steinsalz besteht. Diese hier bis zu 160 Fuss mächtige Salzbildung ist in Deutschland nur angedeutet zu Murrhardt, im Bohrloch bei Mühlhausen, auch wurde sie zu Stotternheim bei Weimar beobachtet. In ihr befinden sich die Salzquellen von Salzderhelden, Salzdetfurt und Heyersen im

Hannöverschen, von Salzdahlum, Schöningen und Juliushall im Braunschweigschen. Der Soolbrunnen der letztern liegt ganz in der Nähe der Grauwackengruppe. Die französ. Salinen von Dieuze, Lons le Saulnier u. a. ziehen ihr Salz aus der Keuperformation und wahrscheinlich auch viele engl. Salinen, so dass ihr Salzreichthum sehr bedeutend ist.

Gyps kommt in dieser untern Abtheilung an mehren Orten in stärkern Massen vor und auffallend ist es dabei, dass dann auch wieder rothgefärbte Mergel auftreten.

b. Mittlere Abtheilung. Bunter Mergel und Gyps. — Als untere Bildung dieser Abtheilung tritt sehr regelmässig Dolomit auf, der bei seiner starken Entwickelung sogleich ins Auge fällt. Er ist von schmutziggelber, ockergelber oder rauchgrauer Farbe, mehr oder weniger porös, schliesst in den Blasenräumen Krystalle von Kalk- und Braunspath ein, und in seiner Masse nicht selten Stücke von Hornstein und Körner von Schwefelkies. Er erreicht eine mittlere Mächtigkeit von 30 bis 40 Fuss, und ist in mächtige, durch vertikale Spalten mehrfältig zertheilte Bänke abgesondert. Seine obern Bänke sind mitunter voll Trigonien und enthalten überdies Trochus, Rostellaria, Buccinum, Natica, Avicula, Pecten, Lingula und Reste von Sauriern. In der Nähe des Gypses, wo der Dolomit von Gypsmassen durchdrungen ist, führt er gewöhnlich dieselben Petrefacten und auch Zähne von Placodus, Psammodus und Hybodus.

Auf der Dolomitbildung ruht bunter Mergel in beträchtlicher Entwickelung; darin liegt Gyps in Mandeln, Knollen, Nestern, in grossen Stöcken eingelagert. Bisweilen ist der Gyps geschichtet und oftmals durch Mergel in Bänke abgesondert; gewöhnlich aber kommt er in stockförmigen Massen und ziemlich in der Mitte der Bildung vor. In der Nähe des Gypses und um denselben sind die Schichten häufig gewunden, nicht mehr parallel, und es hört oft alle Schichtung auf. Der Gyps ist feinkörnig oder dicht, führt Schnüre von Fasergyps, ist gar oft thonig und roth oder grau gefärbt; seltner reiner, weisser Alabaster.

Den Mergel, wie den Gyps durchziehen in der Regel dolomitische Gesteine von grauer Farbe, und nur durch

Härte und Schwere von dichtem Kalkstein zu unterscheiden, in Knollen und Platten. Sie sind zuweilen sehr sandig, von Gyps durchdrungen, mit Kupferlasur und Kupfergrün überzogen, oder bleiglanzführend, und enthalten Reste von Mya und Trigonia.

Eng verbunden mit der Dolomitlage, welche die untersten Bänke dieser Abtheilung bildet, und unmittelbar zwischen ihr und dem Gypse hat man an einigen Orten, z. B. bei Rottenmünster und bei Gölsdorf im Würtembergschen, Schichten von Mergel gefunden, die stellenweis so ganz erfüllt von Fisch- und Reptilienresten sind, dass sie eine wahre Breccie bilden. In diesem Mergel finden sich Zähne von Acrodus, Hybodus, Psammodus, Schuppen von Gyrolepis und Coprolithen, alles bunt durcheinander, und damit kommen von Schalthieren vor: Lima, Avicula, Mya und Trigonia. Diese merkwürdige Breccie ist im Durchschnitt vier Fuss mächtig.

c. Obere Abtheilung. Bunter Mergel mit Sandstein. Es folgt nun eine buntfarbige Mergelbildung, und gerade diese wird in Franken mit dem Provinzialnamen Keuper bezeichnet. Sie besteht aus einem Thonmergel von grauen, gelben, grünen, braunen und rothen Färbungen, die vielfach mit einander wechseln. Die rothe Farbe ist indess immer die herrschende und hervorstechende. Bei einem constanten Kalkgehalt besitzen die Mergel immer auch einen Gehalt an kohlensaurer Talkerde. Sie sind dünn geschichtet, nehmen häufig Sand auf, und gehen in einen feinkörnigen Sandstein über, welcher in grossen Massen auftritt, unreine, bunte, aber immer schwache Färbungen, häufig eine gelblichweisse oder gelblichgraue Farbe hat. Er schliesst oftmals wohlerhaltene Abdrücke von Pflanzen ein, wie Equisetum, Calamites, Filicites, Pterophyllum, und hat wegen der vielen Reste schilfartiger Pflanzen auch den Namen Schilfsandstein erhalten. Er liefert vortreffliche Bausteine und nicht uninteressant ist es auch zu bemerken, dass er an vielen Orten goldhaltig befunden worden ist.

Nach oben wird er schiefrig; er geht in Mergel über, der Sandsteinblöcke mit Resten von Equisetum umschliesst.

Ueber diesem Mergel liegt öfters ein dünngeschichteter quarziger Sandstein, in Wechsel mit bunten, dolomitischen Mergeln.

Ueber ihm kommen wieder Mergelschichten vor, und dann tritt ein dickgeschichteter, grobkörniger, oft breccienartiger, und mitunter der Nagelfluh ähnlicher Sandstein, von vorherrschend gelblichweisser Farbe auf, welcher Feldspathkörner, weissen kaolinartigen Thon, und in seiner breccienartigen Abänderung auch Stücke von Kalkstein, Jaspis, Hornstein, Schwerspath, Cölestin umschliesst. Er ist mitunter locker, so dass er sich zerreiben lässt. An einigen Orten hat man Reptilienreste und Calamiten darin gefunden.

Dieser obere, grobkörnige Keupersandstein führt oft Nester von Kohlen. Er ist der eigentliche Sitz der Keuperkohle, die sich in dieser Lage bei Löwenstein, Spiegelberg, Gaildorf, Tübingen u. a. m. a. O. in Würtemberg findet. Häufig ist sie so stark mit Schwefelkies imprägnirt, dass sie nur auf Vitriol benutzt werden kann.

Unfern Tübingen in Würtemberg findet sich über dem feinkörnigen Schilfsandstein eine Schicht von Kalksandstein, welche ganz von Knochenresten und Schuppen von Schildkröten erfüllt ist, viele grosse Zähne einer Art Süsswasser-Schildkröte (Trionyx) enthält, ferner Zähne der Fischgeschlechter Psammodus und Hybodus, die flache, stumpfe Zähne haben, deren Wurzeln nicht in Zahnhöhlen stecken, sondern nur durch Bänder mit dem knorpeligen Kiefer verbunden sind; Schuppen von Gyrolepis und von Schalthieren Mya, Modiola und Avicula.

Die Mächtigkeit der mittlern und obern Abtheilung der Keuperformation beträgt an manchen Orten 400 Fuss.

Die Formen der aus Keuper bestehenden Berge und Hügel sind nach den verschiedenen Gesteinen sehr verschieden. Die obern conglomeratartigen und grobkörnigen Sandsteine, mit den sie begleitenden Dolomitbänken, bilden häufig Felsen, die rauh und grotesk sind, und die Höhen der in isolirten Kuppen auftretenden Mergelberge krönen. Auch der feinkörnige obere Sandstein zeichnet oft die Gipfel der Keuperberge durch steile, mauerförmige Felsen aus, und setzt für sich selbst langgezogene, steile Bergrücken zusammen, wie bei Schönbuch, im

Löwensteiner und Ellwanger Gebirge in Würtemberg und am Steigerwald. Die Thon- und Mergelmassen, so wie das Lettenkohlengebilde setzen niedrige, kuppenförmige, gerundete Hügel und Berge zusammen, welche durch flache Thäler getrennt sind. Das Wasser gräbt Furchen in die Gehänge ein, wesshalb sie so häufig zerschnitten erscheinen.

Die Formation des Keupers ist bis jetzt nur im westlichen Deutschland und im östlichen Frankreich bekannt und wenn sie in England vorkommt, so fällt sie, weil dort der Muschelkalk fehlt, mit den obern Schichten des bunten Sandsteins zusammen. In Deutschland lässt sich ihre Verbreitung durch folgende Hauptorte bezeichnen: Osnabrück, Pyrmont, Lichtenau, Elze, Königslutter, Helmstedt, Göttingen, Erfurt, Gotha, Baireuth, Coburg, Bamberg, Nürnberg, Anspach, Heilbronn, Stuttgart, Tübingen, Blomberg und Basel. Der Keuper ist demnach vorzugsweise in den Flussgebieten des Rheins und der Weser heimisch. In Frankreich tritt er besonders in Lothringen, zwischen Mosel und Saar auf.

IV. DIE JURA-GRUPPE.

Syn. Oolithgebirge; *Terrain jurassique*, franz.; *Oolitic group*, engl.

Ueber der Keuperformation und zwischen dieser und der Kreidegruppe folgt eine grosse Reihe weitverbreiteter Schichten, die in mächtiger Entwickelung auch die Masse des schweizerischen und deutschen Juragebirges zusammensetzen, welches einen ununterbrochenen Zug von Ketten und Bergen bildet. Davon ist der Name dieser Gruppe entlehnt. Wegen der in einzelnen Gegenden darin vorkommenden Rogensteine oder Oolithen hat man nach dem Vorgange der Engländer die Schichten auch unter dem Namen Oolith-Gebirge zusammengefasst.

Es sind die verschiedenen Glieder dieser Gruppe sowohl durch Thier- als Pflanzenreste im hohen Grade ausgezeichnet. Sie schliessen, wie die Schichten der Kreidegruppe, in überwiegender Anzahl Conchylienreste ein, und am häufigsten die Geschlechter Terebratula, Ammonites, Belemnites in zahlreichen Spezien. Die Geschlechter Nerinea, Ostrea,

Lima, Pecten, Modiola, Isocardia, Pholadomya, Pteroceras, Trochus, Turbo, Melania, Delthyris, Gryphaea, Trigonia kommen in bezeichnenden Gattungen vor. Die Saurier treten in grosser Zahl, und unter ihnen als charakteristisch insbesondere die Geschlechter Plesiosaurus und Ichthyosaurus, auf. Von Echiniten erscheinen vorzüglich Cidaris mit ihren Stacheln, Echinus, Galerites und Nucleolites; von Crinoïdeen die gestielten, Solanocrinites, Pentacrinites, Eugeniacrinites, Apiocrinites, überdies viele Korallen. Von Pflanzenresten sind besonders die Nadelholzstämme (Polycotyledonen) bezeichnend, mit denen auch viele Cycadeen und Algaciten vorkommen.

Ueber die allgemeinere Verbreitung der Gruppe in Mitteleuropa bemerken wir in Bezug auf die v. Dechen'sche Karte Folgendes: In Norddeutschland ist sie in dem Hügellande zwischen Elbe und Ems verbreitet und von entschiedener Wichtigkeit; sie lässt einen Zusammenhang mit dem Vorkommen an der englischen Küste in Yorkshire, bei Scarborough, Whitby wohl voraussetzen; gegen Osten kennt man sie bis Krakau, vereinzelte Punkte im baltischen Flachlande, auf Helgoland, wahrscheinlich auch bei Höganäs in Schonen, bei Camin in Pommern, Popilany in Lithauen. Zahlreiche Bruchstücke, die sich unter den norddeutschen Geschieben finden und mit dem Gestein von Popilany viel Aehnlichkeit zeigen, lassen schliessen, dass sie bis auf die jüngsten Katastrophen herab in weiter Verbreitung an der Oberfläche in diesen Gegenden sichtbar gewesen sei.

An den Rändern des granitischen Central-Plateau von Frankreich, an dem südlichen Rande der belgischen Grauwackengruppe, derjenigen der Vendée, Bretagne und Normandie umgiebt vielfach die Juragruppe unmittelbar, ohne dazwischen liegende Glieder, jene ältern Hervorragungen. Es ist kaum anzunehmen, dass alle diese Zwischenbildungen vom Rothliegenden an bis zum Keuper in jenen Gegenden fehlen sollten, während sie an andern wenig entfernten Punkten und an den gegenüberliegenden Küsten so mächtig abgelagert wurden. Wahrscheinlicher ist es, dass sie von der Juragruppe

überdeckt und dadurch unsern Augen entzogen sind. Diese Erscheinung lässt sich auf eine sehr einfache Weise dadurch erklären, dass jene Gegenden in der Periode der Jurabildung ebenso niedersanken, wie wir gegenwärtig wissen, dass die Küste von Grönland fortdauernd sinkt. Dann müssen nothwendiger Weise die neuen Absätze des Meeres die ältern gänzlich, auch an den Rändern überdecken, während umgekehrt, wo die neuen Absätze in bandartigen Streifen eine ältere Hervorragung umgeben, eine Hebung des Bodens, wie die jetzt stattfindende Schwedens, die Erscheinung befriedigend zu erläutern im Stande ist.

Isolirte Partien dieser Bildungen, gewöhnlich in der Nähe ihrer Ränder (*Outlier* im Engl.), welche rings von den vorhergehenden (ältern) umgeben sind, müssen nothwendig in einem frühern Zusammenhange damit gestanden haben, denn sie sind aus einem gemeinsamen Meere hervorgegangen, die Trennung ist später durch Hebung und Zerreissung, oder durch Zerstörung an der Oberfläche (Erosion) hervorgegangen; sie geben daher eine Uebersicht der ursprünglichen Ausdehnung der Bildung und des Meeresspiegels, unter welchen sie bewirkt wurden, und gleichzeitig der Gegenden, wo spätere Zerreissungen und Auswaschungen stattgefunden haben. Eben so die einzelnen Partien, welche rings von jüngern Gliedern umgeben sind, die im Allgemeinen ursprüngliche Inseln gewesen sein können, dann aber ein höheres Niveau besitzen müssen, als die Umgebungen, oder Entblössungen durch Hebungen (Elevations - Thäler), oder Zerstörungen des Aufliegenden (Erosions - Thäler).

Wir wenden uns nach diesen allgemeinen Bemerkungen nunmehr zu den verschiedenen Formationen der vorliegenden Gruppe:

12. DIE LIAS-FORMATION.

Syn. Lias, engl.

Diese Formation, deren Name aus dem Englischen von *Layers* (Lager) entlehnt ist, bildet die Unterlage sämmtlicher Jurabildungen. Sie ist durch die dunkeln, mit thierischem Oel oder Bitumen erfüllten Gesteine, so wie durch eine grosse

Zahl eigenthümlicher Petrefacte ausgezeichnet. Man kann die schichtenreiche Liasbildung in zwei Abtheilungen trennen, wovon eine jede wieder weitere Unterabtheilungen einschliesst.

Untere Abtheilung. Sandstein und Kalkstein.

a. Lias-Sandstein. Gelber und brauner Sandstein mit Gryphaea, Spirifer, Lima und Unio. Wechselt mit Kalkstein- und Mergellagen, zumal nach Oben, in der Nähe der folgenden Abtheilung. Bei Helmstedt schliesst er bauwürdige Kohlenflötze und Thoneisenstein ein.

b. Gryphiten-Kalk. Dichter, dunkelgefärbter Kalkstein und Kalkschiefer, gewöhnlich thonig und von Bitumen durchdrungen. Umschliesst Millionen der Gryphaea arcuata, die gewöhnlich den Schichtungsflächen parallel liegen und ansehnliche Flächen ganz überdecken. Diese Schichten schliessen ferner Spirifer, Lima, Avicula, Unio, Nautilus, Pinna, und insbesondere Ammoniten, und zwar die ganze Familie der Arieten, in grosser Menge ein. Mitunter liegt einer neben dem andern, dicht gedrängt, als ein wahres Ammonitenpflaster und manche sind so gross wie Wagenräder. In England hat man eine ganze Lage von Coprolithen oder Excrementen, die hauptsächlich von Sauriern herzurühren scheinen, darin eingeschlossen gefunden.

Obere Abtheilung. Lias-Schiefer und Mergel.

c. Unterer Belemnitenschiefer. Mit ausserordentlich vielen Belemniten, zumal in den obern, festern und dickern Gesteinslagen. Charakteristisch sind ferner: Terebratula, Plicatula, Pholadomya, Ammonites, Gryphaea, Pentacrinites, Briareus. Auch kommen hier viel Reste von Ichthyosaurus und von Plesiosaurus vor, welche schon im fünften Abschnitte abgebildet und beschrieben sind.

d. Posidonienschiefer. Ein dünnschiefriger, oftmals papierdünner, mit Bitumen erfüllter Mergelschiefer, von dunkelgrauer oder schwarzer Farbe mit Millionen Posidonien, Inoceramen, Ammoniten und vielen Fisch- und Saurier-Resten, namentlich Leptolepis, Tetragonolepis und Ichthyosaurus. Oft schliesst dieser Schiefer Kalksteinnieren und einzelne bituminöse Kalkbänke ein.

e. Oberer Belemniten- und Trigonien-Mergel. Zu oberst in der Formation liegt dunkelfarbiger Mergel mit Trigonia und dünner Mergelschiefer mit Belemnites, Ammonites, Gervillia und Nucula.

Diese fünf Abtheilungen erreichen zusammen an vielen Stellen eine Mächtigkeit von 500 bis 600 Fuss. Sie kommen aber seltner in einer Gegend vollständig ausgebildet vor, und da erreicht denn ein oder das andere Glied oftmals eine Mächtigkeit, die der angeführten der ganzen Formation gleichkommt.

Zu den Haupt-Leitmuscheln dieser Formation gehören die untenstehend eingedruckten Figuren.

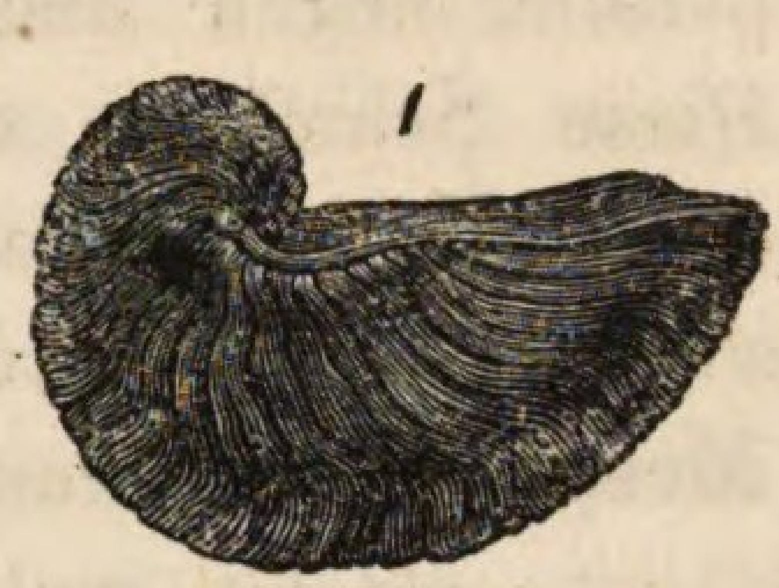


Fig. 59. Gryphaea incurva.



Fig. 60. Nautilus truncatus.

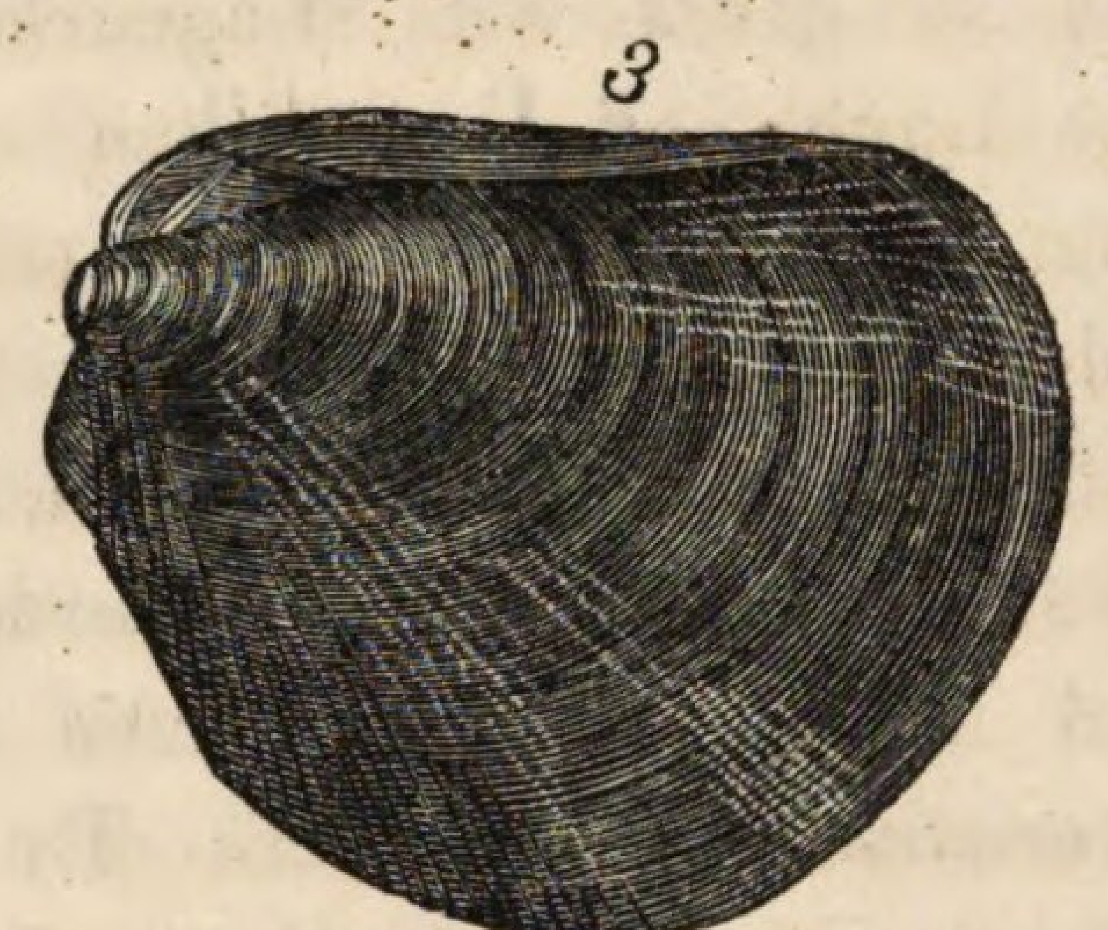


Fig. 61. Plagiostoma giganteum.

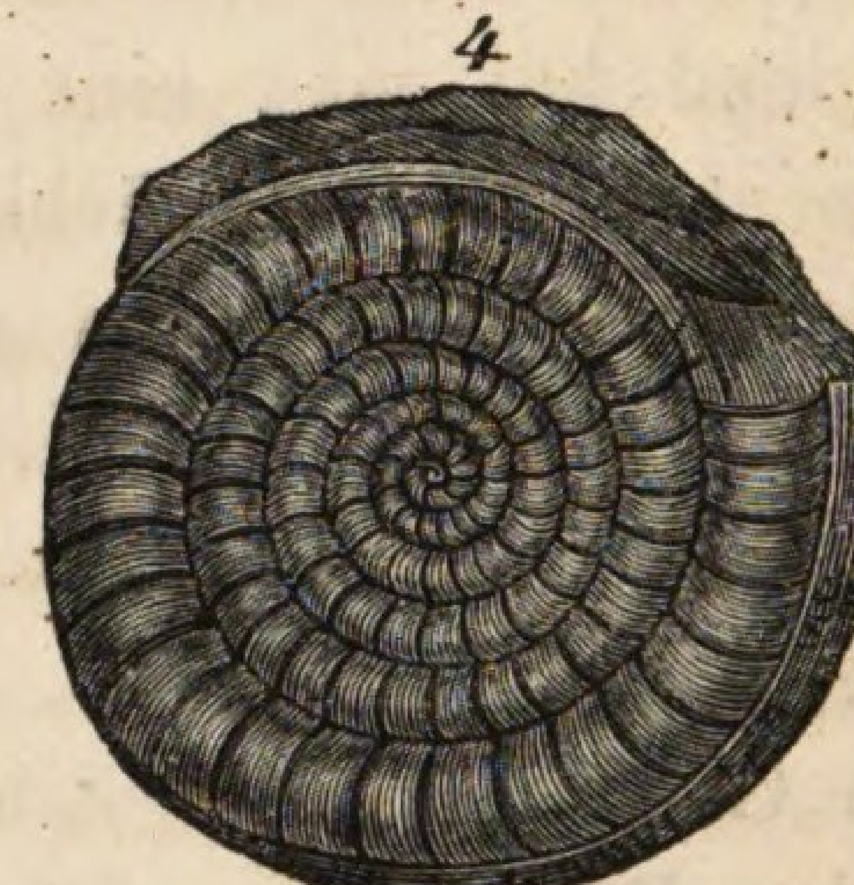


Fig. 62. Ammonites Conybeari.

Ausnahmsweise liegen in der Liasbildung Gypsmassen, Blei- und Eisenerze, jedoch wie es scheint nur an Orten, wo unter dem Lias Hebungslinien ungeschichteter Massen ziehen. Die Belemnitenschichten schliessen bei Barsac im Aveyron-Departement bauwürdige Kohlenflötze ein.

Das Bitumen oder Thieröl, wovon die Liasschichten durchdrungen und oft so erfüllt sind, dass sie eine Zeit lang brennen und dass man aus ihnen durch Destillation Oel gewinnen kann, ist wohl ein Produkt der Zersetzung der Thierkörper, deren Reste wir in so ungeheurer Menge darin antreffen.

Der häufig in Schnüren und Knollen in dem Schiefer und Mergel liegende Schwefelkies, durch welchen auch viele Petrefacten, namentlich kleine Ammoniten verkiest sind, kann als Produkt der Reduktion von schwefelsaurem Eisen mittelst der thierischen Substanzen angesehen werden. — Die aus Liasschiefern kommenden Schwefelquellen, wie z. B. die zu Boll, Langenbrücken, Sebastiansweiler, Hechingen, Nenndorf und Münden, verdanken ihren Gehalt an Schwefelwasserstoff der reducirenden Eigenschaft, welche die thierischen, im Gestein eingeschlossenen Substanzen auf schwefelsaure Verbindungen, wie Bittersalz, Gyps und Glaubersalz ausüben.

Da das Vorkommen und die Verbreitung der Liasformation in inniger Verbindung mit denen der nun folgenden Juraformation stehen, so werden wir auch dort davon reden.

13. DIE JURA-FORMATION.

Syn. Oolith-Formation; *Terrain jurassique, T. oolithique,* franz.; *Oolitic Series,* engl.

Man unterscheidet bei dieser mächtigen und ausgedehnten Formation folgende Abtheilungen und Unterabtheilungen:

1. Dogger. Zu unterst liegt in der Jura-Formation eine, sowohl durch Verhältnisse des Gesteins, als durch Versteinerungen ausgezeichnete und scharfbegrenzte Schichtenreihe, für welche wir den obigen Namen gebrauchen. Sie zerfallen in folgende Unterabtheilungen:

a. Mergelsandstein (*Marly sandstone,* engl.) zu unterst, gelbe, braune und rothe Kalk- und Mergelsandsteine mit Zwischenlagen von sandigem Kalkstein und Mergel. Die wichtigsten Versteinerungen sind: Pecten, Lima und Ostrea.

b. Eisenrogenstein (*Inferior Oolite,* engl.). Rauhe und blaulichgraue, gelbe, braune Kalksteine und Mergel, häufig groberdig und sandig. Oefters treten auch braune und gelbe Sandsteinschichten auf. Dazwischen liegen Kalk- und Mergelbänke mit eingestreuten Eisenrogenkörnern von der Grösse eines Hirsenkorns und selbst ganze Flötze von sogen. Linsenerz, oolitischem Eisenerz auf, welches an manchen Orten gewonnen und auf Eisen verschmolzen wird.

Die Versteinerungen der Kalk- und Mergellagen sind vorzüglich durch grosse Dimensionen ausgezeichnet, es treten Lima, Ostrea, Belemnites, Pholadomya, Lutraria, Donax, Modiola, Cidarites, Trigonia auf. Im Eisenstein und den Eisenkalken finden sich besonders Pecten, Ammonites und Belemnites.

Die Gesammt-Mächtigkeit der ganzen Abtheilung beträgt reichlich 300 Fuss.

2. Haupt-Oolith oder Hauptrogenstein (*Great Oolite*, engl.). — Ueber dem untern Oolith liegt in Südengland, Westfrankreich, in der Schweiz und im Badenschen Breisgau eine Reihe von Schichten, die sich durch den hervorstechenden oolithischen oder rogensteinartigen Charakter auszeichnen. Ausgebildete klein- und feinkörnige Rogensteine treten in zusammenhängender Masse und häufig in einer Mächtigkeit von 200 Fuss auf. Die englischen Geologen haben diese Schichten, nach der Beschaffenheit des Gesteins und der darin liegenden organischen Reste in mehre Abtheilungen gebracht, die jedoch an vielen Punkten nicht zu unterscheiden sind, indem die Rogensteinmasse mitunter ein grosses, sehr gleichartiges und innig zusammenhängendes Ganzes, ohne eine bestimmte Gliederung bildet. In vielen Gegenden erscheinen statt der Rogensteine dichte, thonige und sandige, oft eisenschüssige, Kalk- und Sandsteine, und in andern Gegenden endlich fehlt dieses Formationsglied gänzlich.

Die charakteristischen Versteinerungen dieses Hauptrogensteins sind: Ostrea, Nucleolites, Avicula, Modiola, Astraea, Serpula und viele Polypen.

Der Rogenstein ist in der Regel von lichter, weisser und gelblicher, seltner von grauer und blauer Farbe, und in starke Bänke geschichtet. Kalkspath erscheint in Drusen, krystallisirt und in Körnern und Adern in der Masse zerstreut. Selten liegen Hornsteinnieren, Flussspath und Blende in der Masse.

Die in England gemachten Abtheilungen, welche auch in Frankreich und in der Schweiz nachgewiesen worden, sind die folgenden:

a. Walkererde (*Fullers earth*, engl.). Auf dem untern Oolith folgt ein grauer und blauer Thon, ebenso gefärbter, oft

auch gelber Mergel, mit einzelnen festern Kalkbänken und von mehr als 100 Fuss Mächtigkeit. Hauptsächliche Versteinerungen sind: Ostrea, Trigonia, Lima, Avicula.

b. Haupt-Oolith oder Hauptrogenstein (*Great Oolite*, engl.). Dichter, fester Rogenstein von heller Farbe und deutlicher Schichtung. Nach unten ist das Gestein häufig eisenschüssig, dichter, mit den Rogensteinkörnern fest verwachsen, so dass man diese oftmals übersieht, wenn man nicht genau untersucht, oder Stücke vor sich hat, die an ihrer Oberfläche verwittern, und bei denen die Rogenkörner immer hervorstehen, da sie der Witterung weit mehr widerstehen, als die sie bindende, gewöhnlich mergelige Grundmasse. Die charakteristischen Versteinerungen sind: Ostrea, Nucleolites, Avicula, Serpula, Nerinea, Lima und Astraea. Die Mächtigkeit beträgt mehre 100 Fuss.

c. Bradford-Thon (*Bradford-clay*, engl.). Blaue, mergelige Thonlagen mit Ostrea (England), helle, graue, kalkige Mergel- und Kalksteine von mergeliger Beschaffenheit; nach unten zu dichte, graue und braune Kalksteine, mit oolithischen Eisenkörnern, dem Eisenoolith des Oxfordthons und des Doggers ähnlich. Nebst der angeführten Ostrea sind Modiola, Terebratula, Belemnites und Serpula gewöhnliche Versteinerungen. Bis zu 50 Fuss mächtig.

d. Forest Marble, engl. Provinzialname, *Calcaire roux sableux du Porrentruy*, franz. — Dünn geschichteter oder schiefriger Kalkstein, oft sandig, oft oolithisch; mit zahllosen Muschel- und Polypen-Fragmenten; von schmutzigen, grauen, braunen, gelben und rothen Farben. Bisweilen in Wechsellagerung mit Sand und Sandstein. Von Muscheln findet man gewöhnlich Ostrea, Pecten, mit Ceriopora verwandte Polypen, endlich Galerites und Nucleolites. Ist bis 30 Fuss mächtig.

e. Cornbrash, engl. Provinzialname, *Calcaire de Ranville*, *C. à Polypiers de Caen*, *Dalle nacrée*, franz. — Theils grober, theils feinerdiger Kalkstein, meist dünn geschichtet, oftmals oolithisch und gewöhnlich von heller Farbe, aber aussen durch Verwitterung rostgelb. Mitunter voll zerbrochener Muscheln (*Calcaire lumachelle*), oder voll Korallen, namentlich

aus den Geschlechtern Terebellaria, Spiropora, Millepora, Carophyllia. Bei Caen hat man in dieser Lage Reste von Teleosaurus und von Megalosaurus gefunden. Von Muscheln kommt gewöhnlich Avicula vor. Bis 30 Fuss mächtig.

Die Abtheilungen *a*, *b*, *c* lassen sich auch in manchen Gegenden in Deutschland unterscheiden, wie z. B. im Breisgauer Jura; *b* und *c* in den Jurabildungen von Hannover, *c* im Jura der Gegend von Donaueschingen.

Im hohen Grade interessant ist die eigenthümliche Beschaffenheit der untern Lagen dieser Formation in Yorkshire und im Brora-Thal in Schottland. An beiden Orten treten die untern Schichten als eine Kohlenbildung auf. In Yorkshire ist die Kohle Braunkohle und ist bis 16 Zoll mächtig. Darunter folgen die Schichten des untern Ooliths und Lias. Im Brorathal sind die Kohlen von besserer Beschaffenheit und bis 4 Fuss mächtig. Die mit denselben vorkommenden Pflanzen gehören zu den Cycadeen, Equiseten und Farren; auch enthalten die kohlenführenden Schichten einige wenige Meermuscheln. Man sieht also hier in den untern Schichten der aus dem Meere abgesetzten Jurabildungen wiederum eine Ablagerung, die aus von dem Lande herbeigeschwemmten Materialien zusammengesetzt ist.

3. Oxford-Thon (*Oxford-clay*, engl.; *Argile de Dives*, franz.). Eine thonige oder mergelige Schichtenreihe, bisweilen feste aber thonige Kalksteinbänke enthaltend, die unmittelbar auf dem Hauptoolith folgt, in den Umgebungen von Oxford sehr stark entwickelt, nach dieser Stadt benannt und durch ihre Petrefacten als besondere Abtheilung charakterisirt ist. Ueberall liegen Gryphaea, Ammonites, Belemnites und Trigonia ein.

Die untern Lagen sind häufig fester und schliessen Kalksteinbänke ein; in England nennt man diese Bildung *Kelloway-Rock*. Sie sind durch Terebratula varians bezeichnet und umschliessen ausserdem viele kleine Ammoniten. — In mehren Gegenden, so in den französischen Departements der obern Saône, der obern Marne und des Doubs, so wie bei Pruntrut in dem Jura, liegen in der Position des Kelloway-Rock

feinoolithische Eisenerze (*Oolites ferrugineuses*), welche Belemniten einschliessen.

4. Korallenkalk (*Coralrag*, engl.). Auf den Oxford-Thon folgt eine, durch den Einschluss grosser felsbauender Korallen charakterisirte Schichtenreihe, deren einzelne Glieder öfters als wahre Korallenriffe auftreten, der Hauptmasse nach aus Kalkstein und Mergel bestehen, und nach diesen Verhältnissen Korallenkalk benannt.

Die diese Schichten charakterisirenden Versteinerungen sind: Korallen mit Sternzellen, insbesondere das Geschlecht Astraea mit vielen Spezien, ferner Meandrina, Lithodendrum, viele Cidariten, mehre Nerineen, Astarten, Pectines, Ostrea, Lima, Terebratula, Ammoniten, vorzüglich aus der Familie der Planulaten. Ferner treten häufig auf: Scyphia, Tragos, Belemnites, Serpula, Apiocrinites. Die Muscheln liegen häufig um die, ganze Bänke erfüllenden Korallen.

Man unterscheidet folgende Abtheilungen:

a. Kieselnieren-Kalk (*Terrain à chailles*, franz.; *Calcareous grit*, engl.). Die unterste Lage des Korallenkalks besteht aus Schichten eines mergeligen, oft sandigen Kalksteins, aus Mergeln und stellenweise aus Kalksandstein. Sie ist durch Knollen und Nieren von Quarz und Kalzedon, so wie durch im Innern oft hohle Massen von kieseligem Mergel, so gut bezeichnet, dass sie daran leicht erkannt wird. In einigen Gegenden treten hier dunkelgefärbte Gesteine, sandige eisenschüssige Kalksteine und dunkelgefärbte Kalksandsteine auf.

b. Korallen-Kalkstein. Dichter und feinkörniger, mehr und weniger thonhaltiger Kalkstein, voll Korallenreste, mit Körnern und Adern von Kalkspath, dann und wann sandig, eisenschüssig, öfters mit oolithischen Theilen. Die zahlreich darin angehäuften Korallen sind theils verkieselt, theils verkalkt. Die sie einschliessende Gesteinsmasse ist weicher, verwitterbarer, und es treten daher die Korallen recht deutlich bei der Verwitterung hervor. Sie lösen sich häufig davon ab, zumal wenn die Felsen zertheilt auf der Oberfläche umherliegen, wobei das Zerfallen des Gesteins schneller erfolgt.

c. Korallen-Rogenstein. Grobkörniger Rogenstein von weisser, gelber und grauer Farbe, erfüllt mit grösstentheils zerbrochenen Muschelschalen und Korallen, und von Kalkspathadern durchzogen. Dieser Rogenstein ist grobkörniger als irgend ein anderer, geht in dichten Kalkstein über und verläuft in die vorhergehende, wie in die folgende Abtheilung.

d. Nerineen-Kalk. Hellfarbiger, dichter oder erdiger Kalkstein mit vielen Nerineen.

e. Astarten-Kalk (*Weymouth-Bed* in Engl.). Dichter, gewöhnlich hellfarbiger Kalkstein mit muschligem Bruch, hart und in dicke Bänke abgetheilt. Schliesst ausser Astarten sehr wenig andere Versteinerungen ein. Oefters ist dieser Kalk auch erdig, kreideartig, mergelig und mitunter auch von dunkler Farbe.

Die Abtheilungen *b*, *c*, *d* sind aufs Innigste mit einander verbunden, nicht überall aber auf gleiche Weise entwickelt, oft nur die eine oder die andere; treten sie aber alle drei auf, so folgen sie wie angegeben auf einander.

Diese Abtheilungen, die im Jura von Pruntrut, in den gegliederten französischen und englischen Jurabildungen wohl unterschieden werden können, sind im deutschen Jura nicht also entwickelt. Die Rogensteinschichten fehlen, dichte Kalksteine und hellfarbige Mergel bilden eine grosse zusammenhängende Masse, welche die verschiedenen Abtheilungen repräsentirt und nach den Versteinerungen, die sie einschliesst, auch alle umfasst.

Eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit zeigt der fränkische Jura durch das Auftreten grosser Dolomitmassen. Es erheben sich auf seinen Höhen wunderbar gestaltete Felsen von Dolomit. Dieses, den Jurabildungen aller andern Länder fremde Gestein tritt in der Stellung des Korallenkalks auf und nimmt ziemlich den mittlern Theil der Formation ein. Wie im Korallenkalk des schweizerischen und schwäbischen Jura zahlreiche Höhlen liegen, wie z. B. die Schiller-, Nebel- und Erpfinger-Höhle, wovon letztere Thierknochen enthält; so liegen in Franken die weltbekannten knochenführenden Höhlen von Muggendorf und Gaylenreuth im Dolomit. Ver-

steinerungen kommen in diesem Gestein nur sehr selten vor; sie haben die Schale verloren, sind oft nur Kerne und bestehen aus einer weissen zerreiblichen Kieselmasse.

In Norddeutschland unterscheidet man bei der Abtheilung des Korallenkalks drei Unterabtheilungen:

a. Unterer Korallenkalk. Kieselige, dunkelgefärbte, dichte Kalksteine; kalkige weiche Sandsteine von braunen, graulichschwarzen Färbungen.

b. Mittlerer Korallenkalk. Hellgefärbter, dichter Kalkstein, voll Korallen.

c. Oberer Korallenkalk. Hellgefärbte, aber auch graue, braune und rothe Kalksteine; fein- und grosskörnige, hellgefärbte Rogensteine; feinkörnige, thonige, gelbgefärbte Sandsteine, mit denen nach unten eine Dolomit-Bildung verbunden ist.

Solenhofer Schiefer. Zu den obersten Schichten des Korallenkalks gehört auch der als lithographischer Stein weltbekannte Solenhofer Schiefer, der den Geologen noch insbesondere durch den Reichthum und die Mannigfaltigkeit der von ihm umschlossenen organischen Reste interessant und wichtig ist. Man hat bis jetzt nicht weniger als 100 fossile Thierspezies, welche Reptilien, Fischen, Weichthieren, Krebsen, Insekten, Radiarien und Zoophyten angehören, darin gefunden. Ausserdem kommen Algen darin vor.

Die wichtigsten Reste sind die des Aelodon, einer Krokodillart, des Gnathosaurus, Geosaurus, Rhacheosaurus, Pleurosaurus und des Pterodactylus. Von Fischen kommen viele Geschlechter und zahlreiche Spezies vor, namentlich: Pholidophorus, Caturus, Aspidorhynchus, Thrissops, Leptolepis, Microdon, Belonostomus. Von Conchylien finden sich nur wenig Geschlechter und Gattungen: Ammonites, Aptychus und Belemnites. Mehrfältig sind auch Sepienknochen von Loligo und Onychotheutis, von Insekten sehr schöne grosse Libellen, von Crustaceen Erion und Megachiros, von Meersternen Ophiura und Comatula, von Pflanzenresten Algaciten von den Geschlechtern Codites, Caulerpites, Halymenites und Baliostichus gefunden worden.

Das Gestein ist ein feinkörniger Kalkschiefer von grosser Dichtigkeit, höchst gleichartig und rein in seiner Masse, und ganz regelmässig geschichtet. Viele Platten sind mit Dendriten geziert.

Der Solenhofer Schiefer liegt im Thal der Altmühl bei Eichstedt in Baiern, auf dem Dolomit des Korallen-Kalks. Fasst man die Eigenthümlichkeiten desselben zusammen, so führen sie zu dem Schlusse, dass er in einem fischreichen Meerwasser-Becken, in der Nähe eines Festlandes, ruhig abgesetzt worden ist. Man weiss, dass grosse Mengen von Fischen sich nur in der Nähe des Landes aufhalten, ebenso Saurier. Der fliegende Pterodactylus kann nur in der Nähe des Landes gelebt haben; der Geosaurus, eine Erdeidechse mit Füssen, nur auf demselben; Algen vegetiren an der Küste; Libellen leben am Ufer, ebenso Insekten und die kleinen Wassereidechsen konnten sich nicht weit davon entfernen. Reste von Hochsee-Thieren, wie Ammoniten und Belemniten, kommen selten vor.

Der bekannte Stonesfield-Schiefer in England wird gewöhnlich auch hierher gerechnet, obgleich er wahrscheinlich der folgenden Formation angehört. Er giebt das einzige Beispiel des Vorkommens von Säugethierresten in Schichten unter der Tertiär-Gruppe. Man hat darin Unterkieferreste eines Thieres gefunden, welches wahrscheinlich ein Wasserthier aus dem Geschlecht der Phoken war. Die Stonesfield-Schichten bestehen unten aus Kalksandstein, Rogenstein und kalkigem Conglomerat, im Wechsel mit Sand, Thon und mürbem Sandsteinschiefer; nach oben zu aber aus plattenförmigem, mit Thonlagen wechselndem Kalkstein. Der Sandstein schliesst viele Meermuscheln ein, insbesondere Trigonien, viele Fischzähne, Reste von Pterodaktylen, Insekten, Crustaceen u. s. w.; er hat sowohl in petrographischer als paläontologischer Beziehung viele Aehnlichkeit mit den Tilgate-Schichten in der englischen Wealden-Formation.

Der Korallenkalk ist an der Oberfläche häufig stark zerklüftet, und im Innern von Spalten und Höhlen durchzogen, von welchen im Zuge des schwäbischen Jura allein über 30 bekannt sind. Viele derselben stehen mit der Oberfläche durch Kanäle in Verbindung und häufig führen trichterförmige Vertiefungen zu ihnen hinab. Eine natürliche Folge dieser Verhältnisse ist der Wassermangel auf den Rücken und Hochebenen des Korallenkalks. Das Wasser geht mittelst der vielen Spalten in die Tiefe und kommt gewöhnlich in einem tiefern Niveau, wo es auf Thon- oder Lettenlagen fällt, heraus. Hier bricht dann häufig eine starke gesammelte Wassermasse hervor, die mitunter sofort mühlentreibende Bäche bildet, wie z. B. die Quelle von Vaucluse, die Quelle bei Urspring im Thale von Blaubeuern im Würtembergschen u. s. w. Haben Bäche und Flüsse ihr Bett im Korallenkalk, so treffen sie häufig auf klüftige Stellen, an denen sich ein Theil des Wassers versenkt, oder bei trocknen Zeiten das Ganze in den Spalten verschwindet und dann zuweilen an einer entferntern tiefern Stelle wieder hervortritt. Einem solchen Verhältnisse verdankt die Aach im Högau ihren wasserreichen Ursprung. Aus der Donau geht unfern Donaueschingen eine bedeutende Wassermenge durch Spalten in die Tiefe nieder, um bei dem Städtchen Aach aus eben solchen Spalten des Korallenkalks, in einem tiefen Felsbecken, als kräftiger Bach, der sogleich Mühlen treibt, wieder hervorzukommen.

Die korallenführende Masse des Gebildes zeigt zuweilen undeutliche Schichtung und tritt in groben, plumpen Bänken auf, und gar nicht selten erscheint sie ohne Schichtung in mauerförmigen Gestalten und mit ausgezeichneter Felsenbildung.

Bohnerz. — An sehr vielen Orten, wo Jura-Gebilde entwickelt sind, namentlich in Deutschland, Frankreich und in der Schweiz, ist, theils auf Portland- (der folgenden Abtheilung der Formation), theils auf Korallenkalk, eine Bohnerz-Bildung abgelagert, die ein wichtiger Gegenstand der Gewinnung zum Eisenschmelzprozess ist.

Das Gebilde besteht aus Lagen von verschiedenartig gefärbtem Sand und Thon, worin die Erze, Bohnerze von schaliger Zusammenhaltung, wasserhaltige Silicate von Eisenoxydul,

in Begleitung von Jaspis- und Feuerstein-Kugeln, vorkommen. An verschiedenen Orten, wie im Breisgau, in den franz. Provinzen der obern Saône und der Franche-Comté, liegen Schichten der Tertiärgruppe darüber, welche sich der Molasse anschliessen. Wo diese Bohnerzbildungen von festen Tertiärschichten bedeckt, oder sonst in ihrer ursprünglichen Lage sind, da sieht man einzelne Erzbohnen öfters fest an den Kalkstein angewachsen, und sowohl an der Oberfläche als im Innern der Jaspisse und Feuersteine verkieselte Petrefacten und auch zerstreut im Erze Versteinerungen, die mit Eisenmasse erfüllt und durch Brauneisenstein vererzt sind. Sie gehören zu den Geschlechtern Cidaris, Nerinea, Terebratula, Ammonites.

5. Portlandstein (*Portland-Oolite* und *Kimmeridge-Clay* im Engl.). Unmittelbar über dem Korallenkalk und unmittelbar unter der Weald-Formation liegt eine Meeresbildung, die aus Schichten von Kalkstein, Mergel und Thon bestehet, zuerst auf der Insel Portland und bei Kimmeridge an der Küste von Purbeck in England gefunden, genauer untersucht und darnach benannt worden ist.

Die Kalkschichten sind gewöhnlich von lichter Farbe und oft rogensteinartig, bisweilen auch sandig oder eisenschüssig und nicht selten schiefrig. Die hellgefärbten Mergel sind dies gewöhnlich. Oefters liegen Hornsteinlagen zwischen den kalkigen Schichten. Das thonige Glied, der Kimmeridgethon, ist nicht so allgemein entwickelt, und liegt, wo es mit dem Portlandkalk zusammen vorkommt, unter diesem. Es hat eine dunkle Farbe, und umschliesst bisweilen bauwürdige Lager von Kohle. Zuweilen erscheint als untere Abtheilung dieser Formation eine Reihe Mergel und mergeliger Kalkschichten mit vielen Exogyren (Gryphäen) und von unreinen gelben und grünlichen Färbungen. Die charakteristischen und verbreitetsten Versteinerungen (Leitmuscheln) sind: Exogyra, Pterocera, Isocardia, Nerinea, Pholadomya, Donacites, Terebratula, Diceras, Pinna. Bei Solothurn fand man in dieser Schichtenreihe sehr schöne Schildkröten. Für den englischen und französischen Kimmeridgethon ist Ostrea charakteristisch.

Die Portlandschichten sind in England, Frankreich, der Schweiz, Deutschland an vielen Orten aufgefunden worden, und bilden, wo die Wealdformation fehlt, die oberste Lage der Juragruppe.

Im Hils im Hannöverschen findet sich zwischen dem Portlandstein und dem Quadersandstein, dem untern Gliede der Kreidegruppe, der sogen. Hilsthon, ein bis 250 Fuss mächtiges, doch nicht sehr verbreitetes, dunkles, kohlig-bituminöses Thongebilde mit Kohlenflötzen, bedeutenden Gypsstöcken und Schwefel. Er zeigt manche Verwandtschaft mit dem Kimmeridgethon, enthält aber viele eigenthümliche Versteinerungen. Er nimmt, der Schichtenreihe nach, genau die Stelle des Wealdthons ein und ist ein Verbindungsglied zwischen Jura und Kreide, da einige seiner Versteinerungen bereits an letztere erinnern.

Von den Leitmuscheln der Juraformation sind die wichtigsten untenstehend abgebildet.



Fig. 63.
Lima rudis.

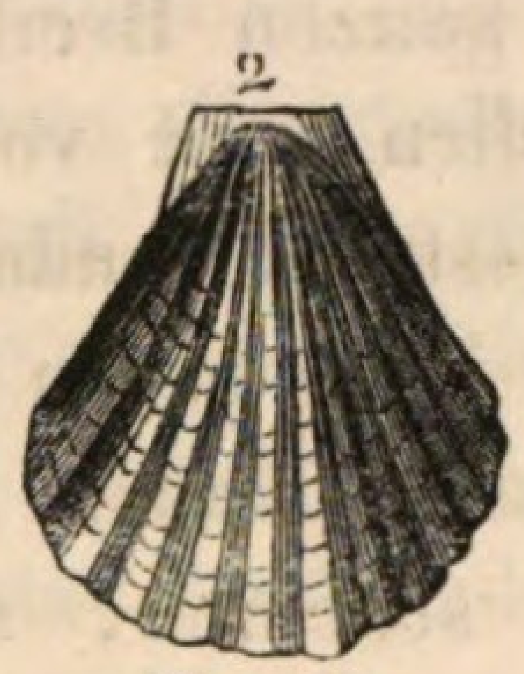


Fig. 64.
Pecten vagans.

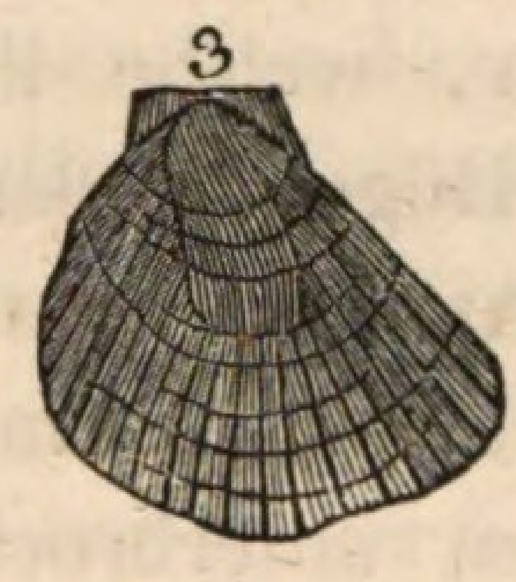


Fig. 65.
Plagiostoma rigidum.



Fig. 66.
Avicula inaequivalvis.



Fig. 67.
Trigonia costata.



Fig. 68.
Terebratula globosa.

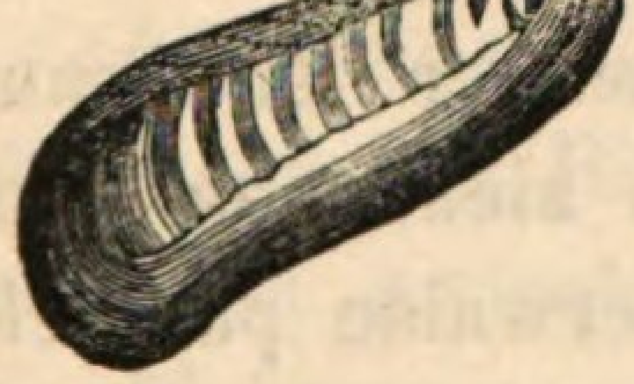


Fig. 69.
Modiola plicata.

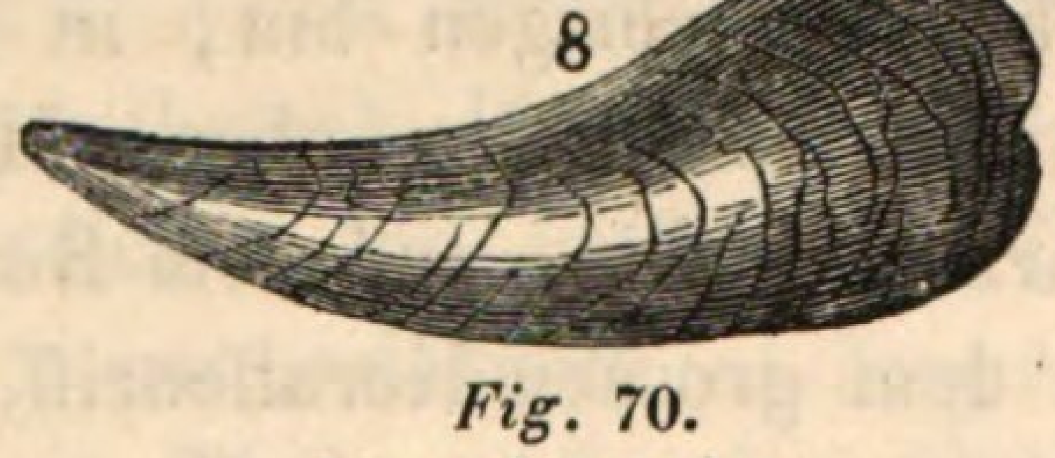


Fig. 70.
Pinna lanceolata.

Die im Vorhergehenden beschriebenen Glieder setzen nun die grosse Juraformation zusammen, deren Vorkommen und Verbreitung wir nun noch im Verein mit denen der Liasformation zu betrachten haben.

Der Lias bildet den schwarzen Fuss des Jura. Seine Schichten erscheinen wie ein Teppich unter dem Gebirge, der sich noch weit auf den Seiten verbreitet. Sie setzen flache Hügel zusammen, kleine Vorberge vor dem höhern Wall. Mit dem Beginnen der Doggerschichten erhebt sich das Gebirge, bis es mit dem Auftreten der hellen Kalksteine, und namentlich des Korallenkalks, schnell und meistens steil in grossen Felsen aufsteigt, die auffallend durch ihre Weisse hervorleuchten.

Der deutsche Jura hat die Eigenthümlichkeit, dass er ganz schlagend den Irrthum vieler Geographen erweist, den Wassertheiler zugleich für den höchsten Gebirgsrücken zu halten. Er ist mehrmals in seiner ganzen Breite von Flüssen durchschnitten, welche ihre Quellen weit vom Gebirge entfernt in flachen Hügeln finden. Es ist ein sonderbarer, höchst auffallender Anblick, wenn man sich diesen Durchbrüchen nähert. Der Fluss läuft einer weissen Mauer zu, welche, ohne im mindesten unterbrochen zu scheinen, sich seinem Fortlaufe entgegensetzt. Erst wenn man die Spalte selbst fast berührt, zertheilen sich die Felsen und gestatten dem Wasser in solchen Spalten fort, bis zum jenseitigen Abhang zu fliessen. Beispiele zeigen die Wörnitz bei Nördlingen, die Altmühl bei Pappenheim, die Pegnitz bei Baireuth. Aehnliche Spalten mit senkrechten Mauern, flachem Boden, Kanälen gleich und nicht weniger auffallend, durchziehen das Gebirge nach andern Richtungen, und es wird dadurch vielfältig zerschnitten, erhält Buchten und Einfurthen von der wunderbarsten Form. Dies ist völlig der Bau eines Korallenriffs. Der Jura, der zwischen ältern Gebirgen hin, in gewisser Entfernung, aus der Dauphinée bis an den obern Main zieht, an den Alpen, am Schwarzwalde hin, und dem Böhmerwalde parallel laufend, ist ähnlich dem grossen Korallenriff, welches das Festland von Neuholland in seiner ganzen Erstreckung begleitet. Auch ist ein grosser Theil dieses Gebirges in der That aus mannig-

faltigen, aneinanderhängenden Korallenmassen zusammengesetzt, die man auf seiner Oberfläche kaum irgendwo vermissen wird.

Dem deutschen Jura steht ein französischer von gleicher Ausdehnung und Länge gegenüber. Er zieht sich von den Ardennen, in der Richtung der Maas, südlich bis nach der Saône und bis in die Gegend von Lyon. Bei Vesoul verbindet er sich durch einen Arm des schweizerischen Jura. Dadurch wird ein grosser Kessel umschlossen, welcher in seinem Innern die Thäler des Rheins, der Mosel, des Mains und der Saône enthält. Die Nordseite dieses Kessels wird von der weit ältern Grauwackengruppe des Hundsrücks, Taunus und Westerwalds beinahe völlig umschlossen. Die steilen Abstürze sind gegen das Innere des Kessels gerichtet, die sanften gegen das Aeussere. Es treten daher die untersten Schichten, der Lias, nur gegen das Innere des Kessels hervor; gegen Aussen bedecken die obersten Schichten den ganzen Abhang. In den weiten Kessel selbst ist, bis auf einige Ausläufer, nichts davon eingedrungen. Dies alles deutet an, dass das Juragebirge seine Korallenriff-Gestalt ursprünglich erhalten habe und nicht der Rest einer Bildung sei, die einmal auch das Innere des Kessels erfüllt hat.

Die jüngern Schichten der Kreide erscheinen in der Schweiz, in Frankreich und Deutschland nur an der äussern Seite des Jura; sie haben dieses Gebirge von keiner Seite her überstiegen, und daher hat man noch nirgends in dem grossen, vom Jurawall umschlossenen Kessel von Inner-Deutschland, in Schwaben, Franken, Hessen etwas gefunden, was der Kreidebildung entspricht.

Die drei unmittelbar zusammenhängenden Theile des Jura, der schweizerische, schwäbische und fränkische, unterscheiden sich auffallend durch äussere Gestalt und auch durch die Zusammensetzung.

Im schweizerischen Jura liegen lange Bergreihen von ziemlich gleicher Höhe mehrfach hinter einander als Parallelketten, und zwischen diesen hin laufen die Thäler mit schwacher Neigung, als ausgezeichnete Längenthäler (*Combes* im Franz.). Kurze Thäler, die das Gebirge quer durchschneiden, oft eng und felsigt, ausgezeichnete Quer-

thäler (*Cluses*) verbinden die den Bergreihen parallel laufenden Thäler mit einander, und dringen häufig bis zu den ältesten Schichten hinab. Die einzelnen Berge erheben sich schnell, wallartig, oder bilden scharfe Grate, zu denen die Schichten nicht selten mit 30 bis 40 Grad ansteigen. Korallenkalk und Hauptoolith treten vorherrschend in auffallenden Felsen auf, mit der verschiedenartigsten Schichtenstellung, gekrümmt und gewölbt, und mit beträchtlichen Felsabstürzen, sogen. Fluhen; daher die vielen mit diesem Worte endigenden Bergnamen.

Die Schichten liegen hier niemals horizontal über einander, und deshalb ist auch nicht das Oberste unbedingt das Neueste, das Jüngste derselben; denn gar oft liegen bei der Aufrichtung und gewaltigen Zerrüttung, welche dieser Jura erlitten hat, ältere Schichten höher als die jüngern, so dass man jene auf der Spitze der Berge und diese am Fusse derselben findet. Solche Schichtenstellungen können aber nur bei starken Verschiebungen und Rutschungen der Massen, in Folge heftig wirkender Stösse und Erhebungen hervorgebracht worden sein.

Diese gewaltigen Zerrüttungen und Zerreissungen des schweizerischen Jura, wobei sogar tief unter demselben liegende Schichten hervorgehoben worden sind, zeigen sich vornehmlich auf der den Alpen zugekehrten Seite und in der Nähe derselben; sie verlieren sich, einerseits gegen Besançon hin und anderseits in der Annäherung gegen den Schwarzwald. Wir können den Grund daher nur in der Hebung der Alpen finden, die lange nach der Bildung des Jura und des Tertiärgebirges stattfand. Da nun die Alpen in zwei Richtungen erhoben wurden, die westlichen von N. N. W. nach S. S. O., die östlichen aber von W. N. W. nach O. S. O., so müssen sich im schweizerischen Jura diese Erhebungsrichtungen durchkreuzt, und sie dabei die ausserordentlichsten Zerrüttungen dieses Juratheils bewirkt haben.

Der schwäbische Jura erhebt sich diesseits des Rheins, zwar noch in seiner Zertheilung in Parallelketten, aber die Schichten liegen regelmässig über einander. Jenseits der Donau hört diese Zertheilung auf. Das Gebirge erscheint als ein hoher, breiter Wall oder Damm; seine obere Fläche als ein breites, wenig zerschnittenes Plateau. Enge Thäler,

die mitunter tief in die Masse des Gebirges eindringen, ziehen quer heraus gegen die beiderseitigen Abfälle. In geringer Entwickelung tritt im Thal von Blaubeuren Dolomit auf; die Rogensteine sind verschwunden.

Der fränkische Jura ist durch das mächtige Auftreten des Dolomits ausgezeichnet und erscheint dadurch in veränderter Gestalt. Auf der Höhe des Gebirges und ziemlich in seiner Mitte steigen Dolomitfelsen in den wunderlichsten Formen auf. Alles ist schroff, zerspalten, man glaubt Ruinen alter Burgen, Thürme, freistehende Mauern, Obelisken zu sehen. Ein grosser Theil solcher Felsen, selbst der kleinern, ist der Steilheit wegen unzugänglich. In diesen Dolomitmassen liegen die berühmten Knochenhöhlen des Wiesentthales.

Man erkennt in diesem Dolomit Reste von Terebratula und Apiocrinites, welche im schwäbischen Jura vorzüglich in denjenigen Schichten liegen, welche auf die korallenreiche folgen. Es erscheinen die Dolomite gerade da, wo das Gebirge seine bisherige Richtung verändert, und von nun an die des naheliegenden Böhmerwaldgebirges verfolgt. Die ruhige, ungestörte Schichtenlage hört bei dieser Wendung auf. Mannigfaltig aufgerichtet, zeigen die untern Schichten im Wiesent- und Pegnitzthal deutlich an, welche heftige Einwirkungen sie erlitten haben und dabei drängt sich uns der Gedanke auf, dass dies alles, Dolomit- und Schichtenstörungen, im Zusammenhange stehe mit der Erhebung des Böhmerwaldes und dass der Dolomit umgewandelter Kalkstein sei.

Die Art der Verbreitung des Lias und der Jura-Bildungen gewährt noch ein besonderes Interesse. Sie kommen noch in der Wesergegend, um Krakau und nördlich bis Kalisch, bei Popilani in Curland und in Schonen vor, gehen aber nicht über die Breite von Petersburg hinauf. Nirgends hat man sie nördlich über dem 60. Breitegrad aufgefunden. Sie fehlen in ganz Sibirien, Nordamerika, Scandinavien und sind auch noch nirgends mit Bestimmtheit in Central- und Südamerika nachgewiesen worden. Dagegen hat man sie im Norden von Afrika und in Sierra Leone, so wie im Innern von Asien gefunden.

In den Alpen sind die Jura-Bildungen sehr mächtig entwickelt. Sie zeigen hier aber mancherlei Verschiedenheiten des Gesteins, so wie wenige und meistens unvollständig und schlecht erhaltene Versteinerungen. Es ist daher immer eine schwierige Aufgabe, sie dort in allen Gliedern nachzuweisen. Den Lias kennt man in den westlichen und südlichen Alpen; es liegt die Salzlagerstätte zu Bex darin. Bei Petit Cours in der Tarentaise fanden sich Farren, die mit denen des Steinkohlengebirgs übereinstimmen. Er ist ferner im ganzen Zuge der Cottischen- und der Seealpen entwickelt. Die darüber liegenden, dem untern Oolith angehörigen Doggerschichten sind am Glärnisch entwickelt. Die jüngern Jura-Schichten ziehen sich einerseits, auf der Südseite der Alpen, vom Lago maggiore an, durch das italienische Tyrol und die karnischen Alpen ostwärts fort, bis zur Drau. Auf der Südseite der Alpen setzen sie die innern hohen Kalkketten des Berner-Landes zusammen, treten mächtig in Tyrol und Salzburg auf, schliessen die Steinsalzlagerstätten von Hallein, Berchtesgaden und Ischl ein und ziehen bis an die Donau fort. Jenseits derselben treten sie weiter östlich in Ungarn am Bakonywald und an der Tatra auf.

14. WEALD-FORMATION.

Syn. Wälderthon und Sandstein; *Wealden-Group*, engl.

Die hieher gehörigen Schichten wurden zuerst im südöstlichen Theil von England beobachtet und nehmen den Landstrich zwischen den sogen. Süd- und Nord-Downs ein, und ihre höchsten Massen bilden den Gebirgszug, der von O. nach W. unter dem Namen *Forest-ridge* fortzieht und aus abwechselnden Schichten von Thon, Schiefer, Sand und Sandstein besteht. Er ist auf jeder Seite durch ein tiefes Thal begrenzt, welches Weald heisst und wonach diese Schichten benannt worden sind. Man hat sie nicht nur in grosser Ausdehnung und Mächtigkeit in England, sondern auch in Frankreich, Deutschland und zum Theil selbst in den Alpen gefunden. Die Steinbrüche des Tilgate-Forstes schliessen eine Menge interessanter Versteinerungen ein, und sind dadurch berühmt geworden.

Die Abtheilungen, in welche diese Formation in England gebracht worden ist, heissen:

a. Purbeck-Schichten: Thon, Sandstein und Kalkstein, mit Süsswasser-Conchylien, Purbeck-Marmor genannt. Dieser Kalkstein umschliesst Baumreste in aufrechter Stellung (der sogen. versteinerte Wald von Purbeck gehört hierher), so wie Lagen von Pflanzenerde.

b. Ashburnham-Schichten: Thon und dunkel gefärbte Kalk- und Sandsteine.

c. Hastings-Schichten: Sand und Sandstein, letzterer in grossen concretionirten Massen in Sandschichten eingeschlossen (sogen. *Tilgate-stone*) und offenbar durch Infiltration kalkiger Wasser in den Sandlagen gebildet. Enthält Süsswasser-Conchylien, viele Knochen und Zähne von Reptilien und Stengel und Blätter von Pflanzen.

d. Wealdthon (die obersten Schichten): Dunkler blauer Thon mit Mergelnieren, Thoneisenstein und Schichten von Kalkstein mit Süsswasser-Conchylien, der unter dem Namen Sussex- und Petworth-Marmor bekannt ist.

Diese Schichtenfolge von:

1) einer Unterlage eines pflanzenreichen und muschelführenden Kalksteins, begleitet von Sandstein und Thon;

2) von Thon, Schiefer, Kalk- und Sandsteinen;

3) von Sand und Sandsteinen mit Schiefer, Braun- und Steinkohle und

4) von Thon mit Kalklagern, zeigt sich im Wesentlichen überall, wo man die Formation bis jetzt in England, Deutschland und Frankreich in grösserer Entwickelung aufgefunden hat.

Die organischen Reste bestehen aus Blättern, Stämmen, Zweigen tropischer Gewächse; es sind Farren, Clathraria, Lonchopteris und Sphenopteris, Equiseten, Coniferen, den Palmen verwandte Monocotyledonen (Endogeniteserosa), Cycadeen (Mantellia); Flussconchylien: Paludina, Cyrena, Cyclas, Unio, Potamides, mit welchen in den obersten Schichten auch Meerconchylien, als Ostrea und Gervillia, ferner die Knochen sehr grosser und merkwürdiger Saurier und einiger andern Reptilien, wie Plesiosaurus, Megalosaurus,

Iguanodon, Pterodactylus, vorkommen. Es finden sich darin weiter Meer- und Süsswasser-Schildkröten: Trionyx, Emys, Chelonia; Knochen von Vögeln; Fische: Epidotus, Pholidophorus und Hybodus, welche auch in den Schichten des ältern Jura vorkommen, und endlich liegen in manchen Schichten grosse Mengen Reste von Süsswasser-Crustaceen (Cypris, Cyclas, Paludina, Neritina).

Die nachstehenden Figuren sind die am häufigsten vorkommenden Süsswassermuscheln:



Fig. 71. Cyclas.

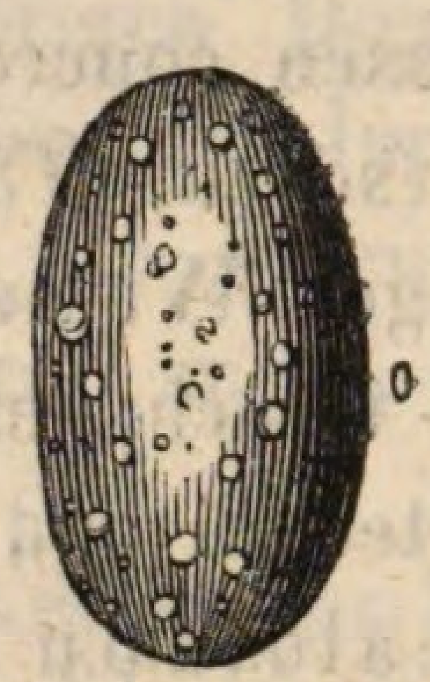


Fig. 72. Cypris granulosa.



Fig. 73. Paludina vivipara.



Fig. 74. Neritina in natürlicher Grösse und vergrössert.

Die Pflanzenreste befinden sich häufig im verkohlten Zustande in den Schichten, es sind ihnen Braun- und selbst Steinkohlen-Flötze eingelagert, wie bei Helmstedt, am Osterwald, Deister und bei Bückeburg; auch Eisenstein-Flötze, wie an der Fuhregge bei Carlshütte im braunschweigschen Weserkreise, und dies alles im Wechsel mit Schichten, die vorzüglich Süsswasser- und nur wenig Meeresthiere einschliessen. Es findet daher eine grosse Aehnlichkeit mit der Hauptsteinkohlenbildung statt.

Die Formation erscheint daher sehr deutlich als ein altes Flussgebilde, als Absatz in einem Delta. Die Thierreste werden vereinzelt gefunden; selten sind ganze Thiere oder auch nur grössere Stücke von Gerippen. Knochen, Zähne, Gräten,

Schuppen liegen zerstreut in den Gesteinen. Die Beschaffenheit der mehrsten Reste beweist, dass sie aus der Ferne herbeigeführt worden sind. Gebeine und Thier-Cadaver wurden durch den Fluss herunter in das Delta geführt und bis ins anstossende Meer, und es scheint, dass sie hier Fluth und Ebbe vor- und rückwärts geschwemmt, und die Knochen zertheilt und zerbrochen haben, ehe sie eingewickelt wurden.

Die Knochen sind häufig von Eisen durchdrungen, die Pflanzenstämme oft verkieselt. Dies ist besonders bei den Stämmen der Fall, die man in der untersten Lage daselbst in grosser Menge findet, und die den sogen. versteinerten Wald auf der engl. Halbinsel Portland bildet. Auf dem der vorhergehenden Formation angehörigen Portlandkalk liegt der sogen. Purbeckkalk, auf diesem zunächst ein Süsswasserkalkstein und darauf eine dunkle Schicht vegetabilischer Erde mit Braunkohlenstücken und Geröllen. In und über dieser Lage finden sich versteinerte Stämme und Zweige von Coniferen und Cycadeen, und viele derselben befinden sich in aufrechter Stellung, als wie wenn sie im Leben an ursprünglicher Stelle versteinert worden wären. Die Wurzeln stecken im Boden, und Stämme und Zweige reichen bis in den überliegenden Kalkstein hinein. Die Stämme sind oft 3 bis 4 Fuss hoch, an den Enden gezackt und zersplittert, als wenn ein Sturm die Bäume umgebrochen hätte. Ihr Durchmesser beträgt mitunter bis zu 2 Fuss.

Die unterste Lage der Wälderthon-Bildung ist namentlich auf der engl. Insel Purbeck entwickelt, auf der grosse Steinbrüche des dichten, politurfähigen, viele kleine Paludinen und Cypris-Schalen enthaltenden, Süsswasserkalks, sogen. Purbeck-Marmors, vorhanden sind.

In England erreicht diese Formation eine durchschnittliche Mächtigkeit von 2000 Fuss, im Hannoverschen und Braunschweigschen von 800 Fuss. In ihr liegen die Schwefelquellen von Eilsen, Nenndorf u. s. w. In Frankreich sind hierher gehörige Schichten an der Küste des untern Boulonnais und in dem Thale von Bray bei Beauvais, und bei Carsau und Lagrasse, unfern Pont- St. Esprit im Süden, beobachtet worden. — In den Alpen hat man diese Bildung im Simmenthal beobachtet.

V. DIE KREIDE-GRUPPE.

Kreide nennt man im gewöhnlichen Leben den lockern weissen, als Schreib- und Farbmaterial benutzten Kalk; allein so bildet sie in der Gruppe, der sie den Namen ertheilt, nur untergeordnete, immer aber sehr ausgezeichnete Schichten. Ihre Hauptmasse bilden verschiedene Kalksteine, Mergel und Sandstein und sie ist durch ihre Stellung zwischen dem tertiären Gebirge, unserer Molasse- und der Jura-Gruppe, so wie durch die fossilen Reste, welche sie umschliesst, charakterisirt.

Die Kreidegruppe ist eine reine Meeresbildung und erscheint in ihrer untern Abtheilung als eine sandige und in der obern als eine kalkige Bildung, kleinere Abtheilungen und die Gesteinsverschiedenheiten einzelner Localitäten unberücksichtigt gelassen. Zum ersten Male, von oben nach unten gerechnet, treten hier Ammoniten und Belemniten auf; Terebrateln erscheinen in eigenthümlichen kleinen Gruppen. Die Geschlechter Crania und Thecidea, so wie die merkwürdigen Hippuriten hat man bis jetzt nur in der Kreidegruppe gefunden. Auch trifft man darin ausgezeichnete Saurier-Reste untergegangener Geschlechter, namentlich den riesenhaften Mosasaurus (Maas-Eidechse); von Pflanzen vorzüglich Fucoiden.

Die Kreidegruppe schliesst sich vielfach, dem Jura folgend, in Frankreich und England an denselben an und bildet hier ein Becken zwischen dem Central-Plateau und dem Gebirge der Normandie und Bretagne, welches sich deutlich nach England fortsetzt und das westliche Ende der grossen Kreidebedeckung zu sein scheint, welche so vielfache Spuren ihres Vorhandenseins in den baltischen Ländern zurückgelassen hat, auf den dänischen Inseln, in Schonen, auf Rügen, und von der Oder (Oppeln) weit nach Polen und Volhynien hinein, zeigt, wie Alles, was innerhalb dieses Raumes lag, damals vom Meere bedeckt wurde. Unabhängig von diesem Kreidemeere, nicht auf dem nächsten Wege damit zusammenhängend, war dasjenige, welches sich über den nordöstlichen Theil von Irland verbreitete, und den Raum südlich von dem Central-Plateau von Frankreich bis zu den ältern Gebirgen Spaniens

einnahm; das Kreidebassin Böhmens und der Grafschaft Glatz dürfte dagegen wohl als eine Dependenz der grossen baltischen Kreideverbreitung betrachtet werden können, nur durch ein späteres Ereigniss, die Hervorschiebung des Granit-Syenits von Weinböhla und Saupsdorf abgeschnitten.

Man unterscheidet in der Kreidegruppe die folgenden beiden Formationen:

15. DIE GRÜNSAND-FORMATION.

Syn. Quadersandstein; *Glauconie sableuse*, franz.; *Greensand-Formation*, engl.

Diese Formation besteht in England, Frankreich und Belgien, von unten nach oben, aus folgenden Gliedern:

1) Unterer Grünsand (*Sables verts inférieures*, franz.; *Lower Greensand*, engl.), liegt unmittelbar auf der Wealderbildung oder auf der obersten Abtheilung des Jura; er ist im Allgemeinen dem obern Grünsand (*sub* 3) ähnlich, doch öfters roth, braun und gelb gefärbt. Er besteht aus Kalk- und Mergelsandstein und wechselt mit Conglomeratschichten und reinern Kalksteinbänken, die bisweilen beträchtlich entwickelt sind. In England erreicht dieses Glied eine Mächtigkeit von 250 Fuss, und führt weit weniger Versteinerungen, als der obere Grünsand; Trigonia alaeformis wird als charakteristisch betrachtet. Sandsteine dieser Lagen sind es, in denen die Steinbrüche von Blackdown liegen, welche für England die mehrsten Schleifsteine liefern. Auf der Insel Bornholm liegen im untern Grünsand Kohlenflötz- und in Westschonen Braukohlenschichten.

2) Gault. In den genannten Ländern folgt auf den untern Grünsand ein mächtiges, in England *Gault* oder *Galt* genanntes Thonlager. Der untere Theil desselben ist gewöhnlich mergelig und braust daher mit Säuren in Berührung auf. Er enthält Glimmerblättchen und einige Versteinerungen, unter denen in England Inoceramus concentricus charakteristisch ist. Der obere Theil ist ein plastischer Thon von bläulichgrauer Farbe, der sich sehr gut zur Anfertigung von Ziegel- und Töpferwaaren eignet, zu Verviers in Belgien auch zum Walken des Tuchs gebraucht wird.

3) Oberer Grünsand (*Upper Greensand*, engl.; *Sables verts supérieurs*, franz.), ein Mergelsandstein, in welchen der Kreidemergel der folgenden Formation öfters übergeht, grün gefärbt durch das Eisensilicat, bildet die Hauptmasse dieses Gliedes. Oft ist das Gestein sehr weich und zerreiblich, mitunter selbst ein lockerer, mit grünen Punkten untermengter Sand, der dann und wann durch das Eisen-Oxyd oder Oxyd-Hydrat auch roth und braun gefärbt erscheint. Es treten in diesem Gliede zahlreiche Versteinerungen auf, namentlich: Baculiten, Turriliten, Inoceramen, Cidariten, Echiniten, Spatangen, Austern, Scaphiten, Hamiten, Alcyonien, Milleporen und von Pflanzenresten Fucoiden. Es liegen in dieser Lage eine Menge Schwefelkies-Körner und -Krystalle und häufig auch Feuersteinknollen. Sie erreicht in England eine Mächtigkeit von mehr als 100 Fuss.

In Norddeutschland ist die Grünsand-Formation durch eine Sandsteinbildung repräsentirt, die man ihrer ausgezeichnet kubischen, durch Schichtung und Absonderung hervorgebrachten Struktur wegen Quadersandstein genannt hat. Das Gestein ist ein hellfarbiger, kleinkörniger Sandstein, mit thonigem, öfters eisenhaltigem Bindemittel. Es bildet die schönen Felspartien in der sogen. sächsischen Schweiz und am Nordrande des Harzes bei Blankenburg und erreicht eine Mächtigkeit von 700 Fuss. Wo dieser Sandstein eine geringere Mächtigkeit hat, da ist er reich an mergeligem Bindemittel, enthält viele grüne Körner von Eisensilicat und knollige Stücke von Chalcedon und Hornstein. Selten wird er, wie der englische Grünsand, durch eine sandige Mergellage von 150 bis 200 Fuss Mächtigkeit in eine obere und untere Lage abgetheilt. An vielen Orten liegen Eisenerze darin, eingeschlossen in thonige, sandige oder mergelige Lagen.

In der Gegend von Neufchatel liegt in Thälern auf den obersten Juraschichten eine über 200 Fuss mächtige Ablagerung, die aus gelbem, theils dichtem, theils oolithischem Kalk und aus gelbem und grauem Mergel besteht. Die vielen Versteinerungen dieses Gesteins stimmen mit denen des Grünsandes überein, wesshalb es als ein Aequivalent desselben anzusehen

ist. Man hat es Néocomien genannt und wahrscheinlich gehört hierzu auch das Kalk- und Mergel-Gebilde der Franche-Comté, welches Gyps und Eisenerze einschliesst.

In den Pyrenäen, den Alpen und Karpathen, so wie in allen Ländern, welche das Mittelmeer umgrenzen, tritt die Kreidegruppe mit einem ganz eigenthümlichen Charakter auf. Sie ist hier weit verschieden von der Kreidegruppe der Länder nordwärts von den Alpen. Mächtigkeit der Massen und Verschiedenheit der Gesteine fallen besonders auf. Die ganze Bildung tritt hier in einer solchen Ausdehnung auf, dass einzelne Glieder derselben für sich allein hohe Gebirge zusammensetzen, die in mehre Ketten gespalten sind. Insbesondere stimmen die Gesteine so wenig mit denen der Kreidegruppe in den nördlichen Ländern überein, dass dieses Verhältnisses wegen lange Zeit diese so interessante und grossartige Bildung gänzlich verkannt wurde. Es sind meistens dunkelgefärbte, oft ganz schwarze Gesteine, feste, harte, dunkle Kalksteine und Mergel; dunkelfarbige, oft kieselige Schiefer, dem Thonschiefer der Grauwackengruppe ähnlich, feste, nicht selten quarzige Sandsteine, Kalkbreccien und der Nagelfluhe ähnliche Conglomerate. Nur durch die Versteinerungen, welche diese Gesteine umschliessen, lässt sich ihre wichtige Stellung bestimmen; diese zeigen aber unzweideutig an, dass diese Schichten der Grünsandformation angehören.

Man kann dabei von unten nach oben folgende Hauptglieder unterscheiden:

1) Hippuritenkalk. Dichter, grauer Kalkstein mit Hippuriten. Das Gestein ist mitunter davon gänzlich erfüllt, oft löcherig, zerklüftet und enthält Höhlen, so dass in ihm nicht selten Wasser auf grossen Strecken unterirdisch fortfliesst. Man findet darin auch Korallen, Exogyren, Ostrea und Spatangus. Es tritt dieser Kalkstein ausgezeichnet in den Alpen, am obern Thunersee, am Pilatus, im Säntisstock, namentlich am Brülltobel und am Untersberg bei Salzburg auf; er erscheint ferner am ganzen östlichen Litorale des Adriatischen Meeres, von Triest an durch Dalmatien, Griechenland, Kleinasien bis Syrien. Auch in Portugal, Spanien und Südfrankreich findet man den Hippuritenkalk. Der

Hippurit, die charakteristische Versteinerung, sieht einem auf der Spitze stehenden Horn oder Kegel ähnlich.

2) Schwarzer Kalk mit Inoceramen und Bakuliten. Dichter, schwarzer, brauner oder schwärzlichgrauer Kalkstein mit eingemengten Quarzkörnern und daher am Stahl stellenweis Funken gebend, eisenhaltig und schwer; öfters mit grünen Eisen-Silicat-Körnern. Ist charakterisirt durch Inoceramus concentricus, Baculites Faujasi, Ammonites inflatus, Hamites virgulatus, Trochus Gurgitis, Turrilites Bergeri. Er ist gewöhnlich von einem braunen oder schwarzen Mergel begleitet. Es scheidet dieses Glied das vorhergehende von dem plattenförmigen Spatangenkalk, oder von dem Nummulitenkalk, wo jener fehlt, und ist ausgezeichnet am Säntisstock entwickelt und hier versteinerungsführend, vorzüglich am Gabelschutz und auf der Meglisalp. Man hat es auch bei Einsiedel, am Schwyzer Haggen, am Montagne de Fizs und Reposoir in Savoyen beobachtet.

3) Kalkschiefer und Mergel mit Spatangen. Dichter, dünngeschichteter Kalkstein von dunkler Farbe, in Kalkschiefer übergehend und dunkler, oft sandiger Mergelschiefer bilden das herrschende Gestein. Der Kalk ist oft kieselig, oder schliesst viele eckige Quarzkörner ein, welche bei verwitterter Oberfläche des Kalksteins hervorstehen. In den Mergeln liegen öfters kleine Bergkrystalle. Ausser den Spatangen schliessen diese Schichten noch ein: Diceras arietina, Ostrea carinata, Terebratula octoplicata, Exogyra plicata, E. aquila und E. Couloni und mehrere Korallen. — Dieses Glied tritt in dem im folgenden näher angeführten Zuge des Nummulitenkalks zwischen dem Rhone- und Rheinthal stark entwickelt auf, und erreicht mehrfältig Höhen von 7 bis 9000 Fuss, so am Säntis, Faulhorn, Schwarzhorn und an der Jungfrau.

4) Nummulitenkalk und Sandstein. Dunkler, grauer oder brauner Mergelschiefer, der an der Luft zerfällt; dichter grauer oder brauner Kalkstein, öfters thonig oder sandig und mitunter so voll grüner Körner von Eisen-Silicat, dass das Gestein davon eine dunkelgrüne Farbe hat. Ferner Sandstein von feinem Korn mit kalkigem oder kieseligem

Bindemittel und dann in Quarzfels verlaufend, weiss, grau oder grün durch eingemengtes Eisen-Silicat, und zuweilen auch braun, röthlich oder grünlich gefleckt oder gebändert, bilden dieses Glied. Es ist durch den Reichthum an Nummuliten ausgezeichnet, welche häufig den Mergelschiefer ganz erfüllen und auch in grosser Menge im Sandstein und Kalkstein vorkommen. Das Eisen-Silicat bildet mitunter grössere Nester, und an einigen Orten, wie bei Habkoren und Beatenberg am Thunersee, liegen kleine Kohlenflötze darin. Einzelne Stellen zeigen die interessante Thatsache, dass mit Petrefacten der secundären Gruppen auch viele solche vorkommen, die man bis jetzt nur in den tertiären Bildungen gefunden hatte. Es sind die Geschlechter Conus, Fusus, Cerithium, Natica, Bulla, Cassidaria, Cytherea, Ampullaria, Turritella und mehrere andere, die mit Pecten, Cardium, Ostrea, Galerites, Spatangus, Clypeaster, Terebratula u. s. w. vorkommen. — Der Nummulitenkalk ist ausserordentlich verbreitet. Man sieht ihn namentlich an der Nordseite der Alpen, vom Rhonethal her, in mächtig hohen Ketten an den Thuner-See, von da zum Luzerner-See, weiter durch Schwyz an den Wallenstädter See, von da zum Rheinthal und weiter östlich durch das Allgau und Vorarlberg nach Salzburg und Steyermark fortziehen. Vermengungen von Versteinerungen der obigen Art sieht man in der Gosau im Salzburgschen, am Kressenberge in Baiern, an der Fähnere in Appenzell und auf den Diablerets. Zwischen dem Rhonethal und dem Thunersee erreicht diese Bildung an mehreren Stellen, so an den Diablerets und dem Oldenhorn, 9600 bis 9700 Fuss. Am Wallenstädter-See bildet es die bekannten zackigen Kuhfirsten; in Glarus liegen darin die bekannten Schieferbrüche bei Matt, deren schwarze, kieselige Platten die vielen interessanten Fischreste einschliessen.

5) Flysch. Dunkelgrauer Mergel- und Kalkschiefer, letzterer bisweilen dolomitisch, feinkörniger Kalk- und Mergelsandstein von grauer, brauner und schwärzlicher Farbe, die einerseits in dichten, thonigen und sandigen Kalkstein, andererseits in quarzigen Sandstein verlaufen, bilden die Hauptmasse dieses obersten Gliedes. Untergeordnet er-

scheinen Breccien und Conglomerate. Schiefer und Sandstein enthalten Fucoiden, wesshalb man das Glied auch Fucoiden-Sandstein nennt. Es bildet einen beträchtlichen Theil der nördlichen Kalkalpen, der Karpathen (Karpathen-Sandstein) und der Apenninen (Macigno). Hierher gehören auch die Schichten, die früher unter den Namen Sandstein von Högl (bei Salzburg) und Wiener Sandstein aufgeführt worden sind. Die Verbreitung des Flysch ist sehr bedeutend, da er im ganzen südlichen Europa und im nahen Afrika und Asien vorkommt.

Unter den Einschlüssen im Grünsand erwähnen wir noch des so ausgezeichneten Vorkommens von Steinsalz in Spanien, welches dort den berühmten Salzstock von Cardona bildet. Dieser, über 300 Fuss hoch, ragt, von Thon und Gyps begleitet, aus einem Halbzirkel von Anhöhen hervor, die aus grauem Sandstein und mergeligen grauen und grünlichen Kalkmassen zusammengesetzt sind, deren Schichten mantelförmig um den Salzberg liegen und nach allen Seiten von ihm abfallen, gerade so, wie wenn die Salzmasse von unten herauf in die Schichten derselben eingetrieben worden wäre.

16. DIE KREIDE-FORMATION.

Syn. Craie, franz.; *Chalk*, engl.

Diese Formation besteht von unten nach oben aus folgenden Abtheilungen oder Gliedern:

1) Kreidemergel (*Craie tufau*, franz.; *Lower Chalk*, engl.). Die in dem aufliegenden Gliede häufigen Sandsteine werden in seinen untern Lagen seltner und es tritt ein mergeliges Gestein auf, theils mit wenig, theils ohne Feuerstein (*Chalk without flints*), das grössere Festigkeit hat, als die folgende weisse Kreide, einen ansehnlichen Thongehalt besitzt und öfters Quarzkörner und grüne Punkte von Eisenoxydul-Silicat einschliesst. Die untern Schichten sind zuweilen ganz sandig, und erscheinen als Mergelsandstein. Diesem Gliede gehört der sogenannte Plänerkalk Sachsens und Böhmens an, so wie auch der Macigno Oberitaliens, oder wenigstens ein Theil desselben. Als Einmengungen findet man sehr oft

Kalkspath und Schwefelkies. Von Versteinerungen erscheinen zumal Belemniten, Scaphiten und Turriliten.

2) Weisse Kreide (*Craie blanche*, franz.; *Upper Chalk*, engl.). Durch einen Eisengehalt öfters gelblich oder röthlich, und mitunter viel härter und fester als die im Handel vorkommende weisse Kreide. Zahlreiche Knollen und Lagen von Feuerstein charakterisiren dies Glied, und bezeichnen seine im Allgemeinen unvollkommene Schichtung. Oefters liegen Krystalle und Körner von Schwefelkies darin, die mitunter in Brauneisenstein umgewandelt sind. Als bezeichnende Versteinerungen erscheinen: Belemnites mucronatus, Terebratula carnea und semiglobosa, Gryphaea vesicularis, Galerites vulgaris, Micraster (Spatangus) coranguinum, in Feuerstein verwandelte Korallen, namentlich Syphonia pyriformis, ferner Discoidea albogalera, Scaphites striatus und viele Echiniten, besonders die Geschlechter Cidaris, Echinus, Galerites, Ananchytes, Spatangus, häufig verkieselt, mit Beibehaltung der Form in Feuersteinmasse umgewandelt. In manchen Gegenden ist dieses Glied ziemlich mächtig entwickelt; in England erreicht es eine Mächtigkeit von mehr als 350 Fuss.

3) Kreidetuff von Mastricht. Dieses jüngste Glied der Formation und der ganzen Gruppe besteht aus einem zerreiblichen, gelblich- und graulichweissen, tuffartigen Kalk, der gewöhnlich an der Luft zerfällt, öfters ganz sandig, bisweilen aber auch so fest wird, dass er als Baustein gebraucht werden kann. Der Tuff setzt den Petersberg bei Mastricht zusammen, dessen ausserordentlich ausgedehnte, unterirdische Steinbrüche seit langer Zeit schon die Aufmerksamkeit aller Reisenden auf sich gezogen haben. Die ganze Mächtigkeit beträgt 500 Fuss. Die obern Schichten enthalten einzelne, hellgefärbte Feuersteinknollen, schliessen viele Korallenversteinerungen ein, zumal aus den Geschlechtern Eschara, Cellepora, Retepora, Millepora, Astrea, Ceriopora, mehrere Terebrateln, darunter die für diese Schichten charakteristische Terebratula pectiniformis, einige Pectiniten, darunter Pecten sulcatus, den charakteristischen Belemnites mucronatus, dessen Masse gewöhnlich aus bräunlichgelbem, durchscheinendem Kalk-

spath besteht, eine eigenthümliche grosse Meerschildkröte, die Mastrichter Chelonie. Die interessanteste Versteinerung dieser Schichten aber ist der Mosasaurus, die riesenhafte Sumpfeidechse. — Die untern Schichten schliessen zahlreiche Feuersteine von dunkler Farbe ein, welche meistens zusammenhängende, schmale Bänke bilden. Dieses oberste Glied der Kreideformation ist ausser der Mastrichter Gegend nur noch zu Fooz-les-Caves in Brabant nachgewiesen.

Betrachten wir nun zuvörderst die wichtigsten Leitmuscheln der Kreideformation.

Unter den Süsswassermuscheln gehören dahin die untenstehend abgebildeten:

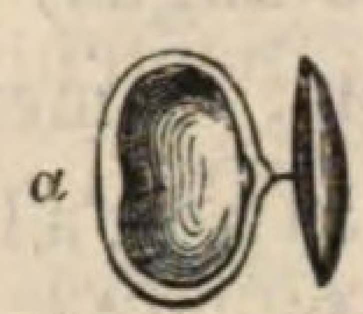

Fig. 75. Cytherina.


Fig. 76. Theil von einer Nodosaria.

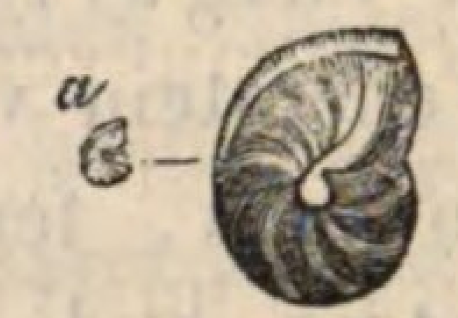

Fig. 77. Lenticulina (Operculina).


Fig. 78. Discorbis.

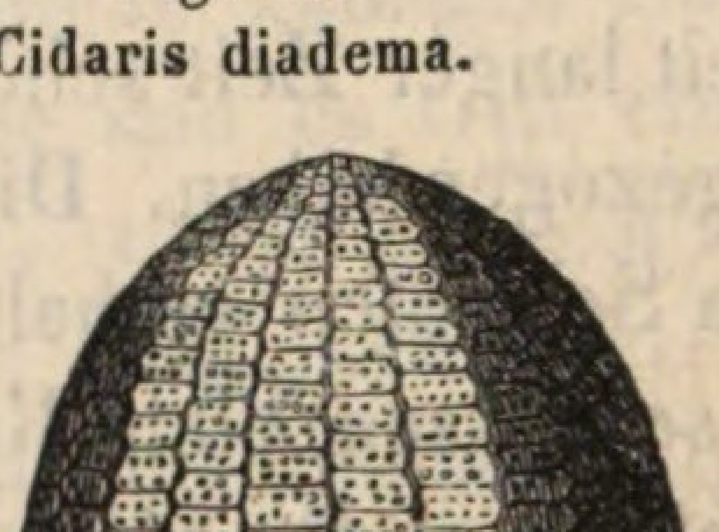
und zwar geben die mit *a* bezeichneten Figuren der drei letztern die natürliche Grösse an.

Die wichtigsten Formen der Echinodermen sind die nachstehend eingedruckten:


Fig. 79. Nucleolites.


Fig. 80. Cidaris diadema.


Fig. 81. Spatangus cor-anguinum.


Fig. 82. Ananchytes ovatus.

Zu den am häufigsten vorkommenden Leitmuscheln der Formation gehören die nachstehend eingedruckten:

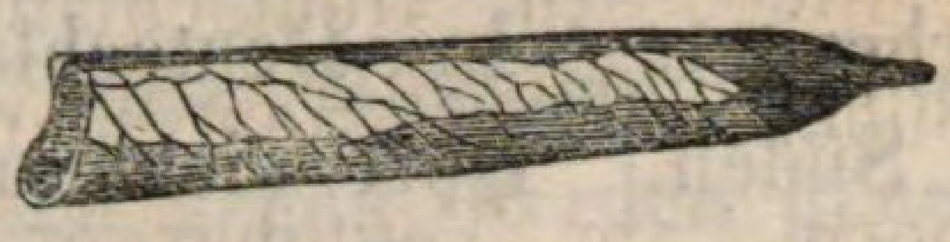


Fig. 83.
Belemnites mucronatus.



Fig. 84.
Terebratula carnea.

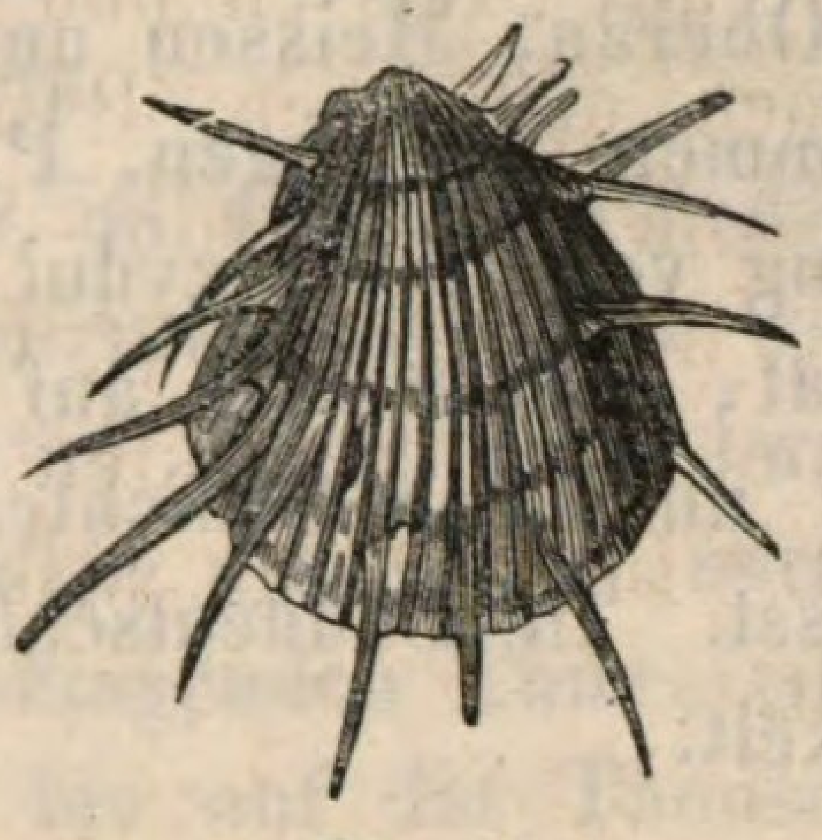


Fig. 85.
Plagiostoma spinosum.

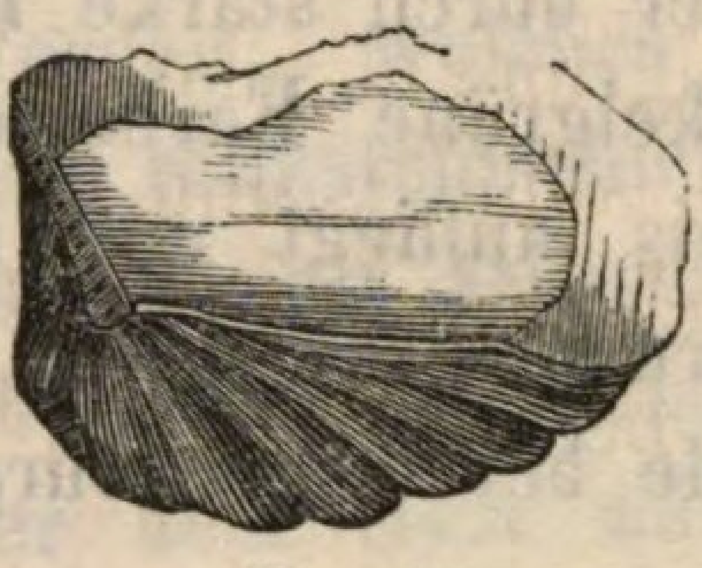


Fig. 86.
Catillus (Inoceramus) Cuvieri.

Als wichtige untergeordnete Massen kommen in der Kreideformation vorzüglich Gyps und Steinsalz vor. So gehören die durch ihre eingeschlossenen Boracitkrystalle berühmten Gypsvorkommnisse am Segeberg im Holsteinschen und am Kalkberge bei Lüneburg der Kreide an. Eben so findet man auch in Frankreich, Spanien und auf Sicilien Kreidegypse. — Auch Salzsoolen kommen aus der Kreide hervor, so in Westphalen.

Die Kreideformation ist gewöhnlich undeutlich geschichtet und zeichnet sich durch lichte Farbe aus, wodurch die Kreidefelsen an den Meeresküsten, wo sie, durch Wetter und Wellenschlag beständig angegriffen, häufig steile nackte Wände bildend, weithin leuchten. Die Felsen des Königsstuhls und der Stubbenkammer auf der Insel Rügen zeigen dies auf überraschende Weise. Im Allgemeinen bilden die Glieder der Kreidegruppe, indem sie meistens in Niederungen und Thälern abgesetzt sind, weder hohe Berge, noch zeigen sie auffallende Bergformen; man ist gewohnt, sie in gerundeten niedrigen Bergen, Hügeln und Plateaux zu sehen. Die Thäler, welche darin liegen, sind jedoch nicht selten enge, schluchtig, von steilen Wänden eingeschlossen und dann sehr malerisch.

Die Kreideformation ist hauptsächlich in England stark entwickelt, wo ihre Mächtigkeit von 600 bis 1000 Fuss geht.

In Frankreich findet man die weisse Kreide besonders in der Champagne und Picardie verbreitet. In Deutschland findet man sie mehr im Norden als Süden. Dort sieht man sie im Busen von Münster und Paderborn, am Teutoburger Walde, am Nordabhang des niederrheinischen Schiefergebirges, zunächst am Nordrand des Harzes zwischen Braunschweig und Hildesheim; in Sachsen zwischen Oberau, Meissen und Dresden. Es ist dieses letztere Vorkommen der sogen. Plänerkalk, der durch starke Einmengung von Eisenoxydul-Silicat eine dunkelgrüne Farbe erlangt hat, unmittelbar auf Granit und Gneis aufliegt und in seinen untersten Schichten zahlreiche Bruchstücke davon einschliesst. In Süddeutschland ist die Kreide bei Regensburg entwickelt.

Es dürfte hier passend sein, einige Bemerkungen über die artesischen oder Bohrbrunnen (*Puits artésiens, P. forés*, franz.; *Artesian*, *overflowing wells*, engl.) zu machen. Man nennt nämlich so solche Brunnen, welche durch Bohrarbeit hergestellt worden sind, und zwar desshalb, weil in der ehemaligen Grafschaft Artois, dem jetzigen Dep. Pas-de-Calais, seit langer Zeit mittelst Bohrarbeit zahlreiche Brunnen eingerichtet worden sind. Der Boden dieses so wie des Nord-Departements besteht aus Kreidekalk und einer darauf ruhenden Lage von Alluvial- und Diluvialmassen. Wo die Kalksteinschichten unbedeckt zu Tage ausgehen, da fliessen die Wasser der atmosphärischen Niederschläge durch das klüftige Gestein den tiefern Lagen zu, die thonig sind und das Wasser zurückhalten. Es treten daher aus den untern Schichten an den Abhängen und am Fusse der Hügel, im Grunde der kleinen, in das Kreideplateau eingeschnittenen Thäler viele Quellen hervor, während die obern Schichten wasserarm oder ganz wasserleer sind. An vielen Stellen ist aber der Kreidekalk von Gliedern der neuen Bildungen bedeckt, die vorzugsweise aus Sand und Geröllen, abwechselnden Lagen von Thon und Sand bestehen, und gewöhnlich liegt dann auf dem Kalkstein eine wasserdichte Thonschicht. Die Wasser gehen durch die lockern Massen bis auf diese Thonschicht nieder, und man bohrt in jenen Gegenden daher entweder in den untern thoni-

gen Schichten des Kreidekalks, oder auf der Grenze zwischen diesen und den Alluvionen Wasser an. Die Kalkschichten sind schwach gegen Norden geneigt, die mehrsten artesischen Brunnen liegen nordwärts von kleinen Hügeln und Bergen, oder am Nordrande des Kalkplateaus, und das Ausgehende der Kalkschichten nimmt häufig die höchsten Punkte der Landschaft ein.

Es ist somit klar, dass die artesischen Brunnen durch atmosphärisches Wasser gespeist werden, welches auf die Oberfläche niederfällt, zwischen den Kalksteinschichten und auf Klüften desselben, oder zwischen seiner Oberfläche und dem aufliegenden Thon, oder endlich durch die lockern Alluvionen bis auf die Thonschicht über dem Kalk niederfliesst und durch das Bohrloch emporsteigt, wie durch den kürzern Schenkel eines Hebers, dessen längerer Schenkel im Gebirge liegt. Daraus folgt der für die Praxis sehr wichtige Satz:

Man kann überall da mit gerechter Hoffnung eines glücklichen Erfolgs Bohrversuche auf artesische Brunnen vornehmen, wo feste Schichten irgend einer, besonders aber der neuern Gebirgsformationen, gegen ein Thal oder gegen eine Niederung geneigt, aus verschiedenen kalkigen und sandsteinartigen oder thonigen Massen zusammengesetzt, entweder unmittelbar anstehen, oder den Untergrund nicht allzumächtiger Alluvionen bilden.

Sehr oft trifft man auf den Grenzen, da wo sich verschiedenartige, geschichtete Gesteine berühren, starke Quellen, indem Thon- und Mergellagen, welche die Wasser zurückhalten, mehrentheils auf solchen Grenzen liegen. In ungeschichteten Gebirgsmassen aber, so wie in Sand- und Geschiebeablagerungen, ist keine Hoffnung zur Erbohrung artesischer Brunnen vorhanden.

Wir wollen das Gesagte mit Hülfe von Fig. 87 näher zu erläutern suchen, die besonders den Zweck hat, die Ursache von dem Ansteigen des Wassers in natürlichen oder künstlichen Brunnen, die aus muldenförmigen, von Thälern durchzogenen oder von Klüften zerrissenen, Schichten hervorquellen,

zu erklären. Denken wir uns ein Becken (Fig. 87) zusammen-

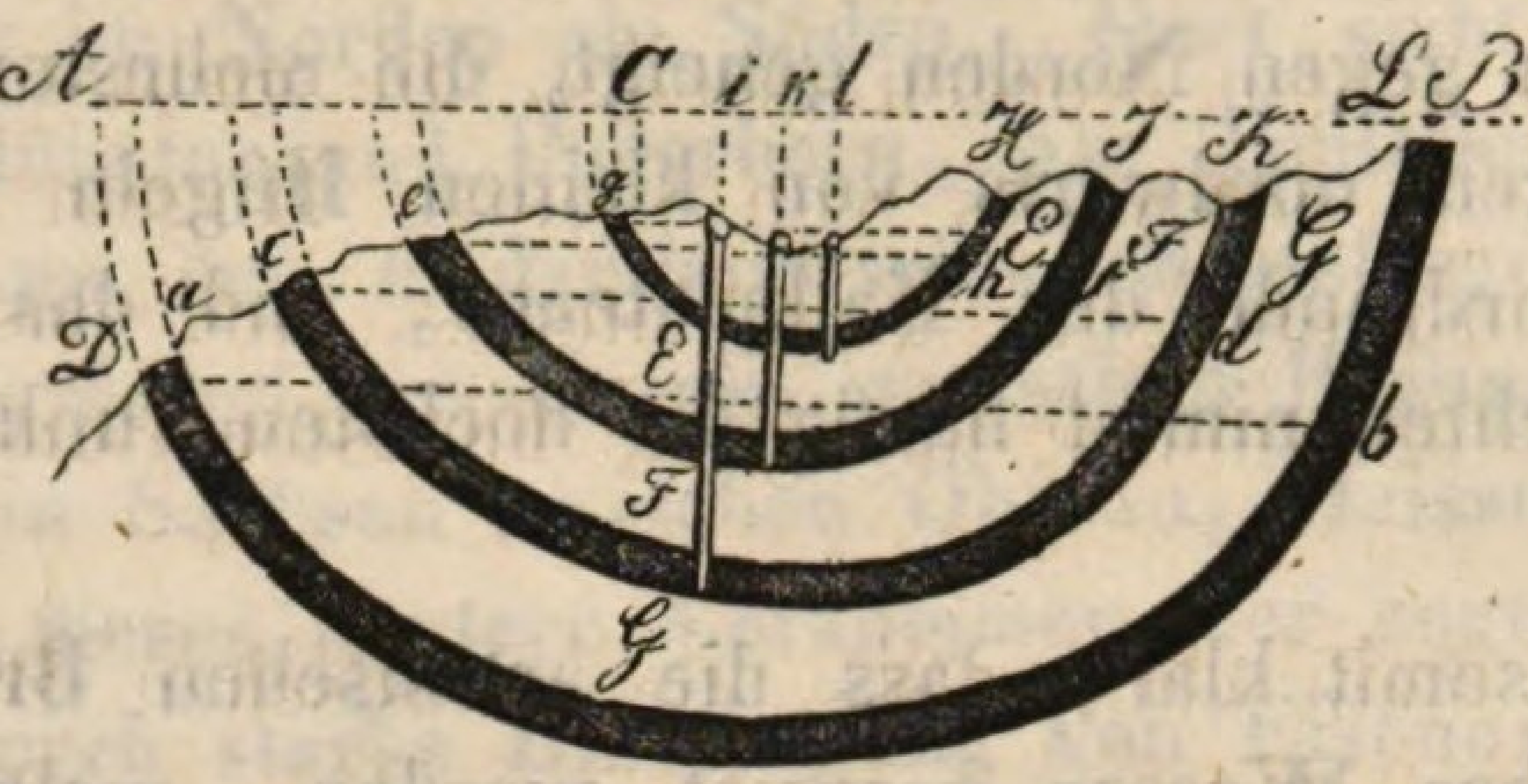


Fig. 87.

gesetzt aus durchdringlichen Schichten *E*, *F*, *G*, welche mit wasserdichten Schichten, *H*, *I*, *K*, *L*, wechsellagern, und deren aller Rand ein horizontales Niveau *A*, *B* bildet, so wird alles Wasser, welches auf die Schichtenköpfe *E*, *F*, *G* fällt, sich innerhalb derselben ansammeln und alle Zwischenräume bis zur Linie *A*, *B* ausfüllen, so dass, wenn man ein Bohrloch, *i*, *k*, *l*, in eine derselben versenkte, an welcher Stelle des Beckens es auch sein möchte, das Wasser alsbald sich bis zur Linie *A*, *B*, welche dem Wasserniveau des Beckenrandes entspricht, erheben würde. Allein eine solche regelmässige Bildung kommt nirgends in der Natur vor, und gewöhnlich liegen die verschiedenen Schichtenköpfe in verschiedenem Niveau, wie *a*, *c*, *e*, *g* zeigen. In solchen Fällen entspricht die Linie *a*, *b* dem Wasserniveau innerhalb der Schicht *G*, und erst unterhalb dieser Linie ist Wasservorrath vorhanden, welcher sich aber nie über die genannte Linie erheben kann, da er bei *a* ausfliessen würde. Die Linie *c*, *d* zeigt das Niveau an, über welches sich kein Wasser in der Schicht *F* ansammeln kann, und die Linie *e*, *f* stellt das höchste Wasserniveau innerhalb der Schicht *E* vor. Auf diese Weise wird bei *e*, *c*, *a*, der Abfluss alles Regenwassers bewirkt, welches sich in den Schichten *C*, *F*; *G* ansammelt. Wollte man also von der Oberfläche *i*, *k*, *l* gewöhnliche Brunnen in den Schichten *G*, *F*, *E* bohren, so würde sich das Wasser in denselben nicht höher als bis zu den horizontalen Linien *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* erheben. Die obere poröse Schicht würde desgleichen unterhalb der horizontalen Linie *g*, *h* mit Wasser angefüllt, höher aber würde sie durchaus trocken sein.

VI. DIE MOLASSE-GRUPPE.

Syn. Tertiäre Gebirge; Gruppe über der Kreide; *Terrains tertiaires*, franz.; *Tertiary Rocks*, engl.

Ueber der Kreidegruppe erscheint eine Reihe von Schichten, die durch reichlichen Einschluss bestimmter, eigenthümlicher, organischer Reste als ein wohl charakterisirtes Ganzes auftreten. Man nennt es, zum Unterschiede von dem secundären Gebirge, das tertiäre, oder nach einem seiner Hauptglieder, die Molasse-Gruppe.

Die Hauptgesteine sind Kalksteine, Mergel, beide oft sandig, Thon, Sand, Sandsteine und Conglomerate. Die Festigkeit ist im Allgemeinen gering, die Gesteine zeigen sich oft zerreiblich und nur ausnahmsweise fester und von starkem Zusammenhang. Dies zeigt wohl an, dass sie keinem grossen Drucke ausgesetzt gewesen sind. Es erscheinen in dieser Periode viele mechanische Gebilde; Meer-, Sumpf-, Fluss- und Landbildungen treten in vielfältiger Abwechselung auf, aber nicht in weithin zusammenhängenden Massen, sondern häufig unterbrochen und im Allgemeinen in Becken abgelagert. Daraus können wir schliessen, dass zur Zeit der Entstehung der Tertiärgebirge schon grosse Festländer, viele einzelne Wasserbecken von verschiedener Ausdehnung, theils von Meer-, theils von süssem Wasser erfüllt, bestanden haben, dass sie nacheinander diese verschiedenen Wasser einschlossen, dass sich Flüsse in dieselben ergossen und Absätze darin gemacht haben.

An organischen Resten sind die Schichten dieser Periode reicher als alle andern. Besonders zahlreich sind die Schalthierreste, vorzüglich charakteristisch die Reste von Säugethieren, die man häufig und nicht selten in wohlerhaltenen ganzen Skeletten antrifft. Die Fauna zeigt sich deutlich als Land-, Süsswasser- und Meeresfauna entwickelt. Die Flora zeichnet sich durch ein numerisches Uebergewicht der Dicotyledonen aus, vorzüglich der holzigen Gattungen derselben. Thiere und Pflanzen dieser Periode zeigen sich in gleichzeitigen Bildungen häufig verschieden nach Oertlichkeit

und nach geographischen Verhältnissen, und dies deutet darauf hin, dass in der tertiären Periode lokal verschiedene und von einander unabhängige Kräfte, geographisch verschiedene Einflüsse thätig gewesen sind. Als solche müssen wir zunächst das Bestehen klimatischer Unterschiede annehmen, welche eine zonenweise Verbreitung der Geschöpfe bedingen.

In den untersten und ältesten Schichten der Gruppe sind etwa 96 bis 97 Procent der fossilen Schalthiergattungen von den jetzt lebenden verschieden; in den mittlern etwa 81 und in den obern etwa 48 Procent. So sehr umgestaltet erscheint die organische Welt während der Bildungszeit der Molasse-Gruppe. Während in den untersten Schichten Reste von Pflanzen vorkommen, die denen der heissen tropischen Regionen ähnlich sind, treten in den obersten Schichten Pflanzen auf, welche die Vegetation grosser Continente und gemässigter Klimate charakterisiren, eine Temperatur und Beschaffenheit des Landes und der Atmosphäre anzeigen, welche von dem heutigen Zustand derselben wenig verschieden war.

Die Gruppe zerfällt nach den neuern Untersuchungen in drei Formationen:

17. UNTERE TERTIÄR-FORMATION.

Syn. Untere Tertiär-Schichten, Grobkalkformation, Formation des Londonthons; *Terrains tertiaires inférieures*, franz.; *Eocene Formation*, *Lyell*, engl.

In dieser Formation erscheinen die ersten Säugethiere und sie bezeichnet daher den Anfang einer eigenthümlichen Thier-Schöpfung. Namentlich treten viele Dickhäuter (Pachydermen) auf, und beinahe alle Thier- und Pflanzengattungen, die im Thon, Sand, Kalkstein und Sandstein, den Hauptgesteinen dieser Formation, eingeschlossen sind, sind von den jetzt lebenden verschieden. Von den genauer bekannten 1400 fossilen Schalthier-Gattungen leben nur noch 38, also nur $3\frac{1}{4}$ Procent und diese halten sich jetzt in tropischen Meeren auf und nur wenige leben nördlicher. Charakteristisch für die Formation ist der Mangel fossiler Wiederkäuer und das Vorkommen von Anoplotherium und Palaeotherium, ferner das Auftreten vieler regelmässig gestalteter Löcherpolyparien-

Geschlechter, und insbesondere von Turbinolia elliptica und Orbitulites complanata. Von Schalthieren sind am bezeichnendsten: Anomia tenuistriata, Pectunculus pulvinatus, Natica epiglottina, Solarium plicatum und patulum, Trochus agglutinans, Turritella imbricataria, sehr viele Cerithien, namentlich Cerithium lapidum cornucopiae, Lamarki, Voluta crenulata, Conus antediluvianus. Von Pflanzen sind besonders einige Chara-Gattungen bezeichnend für die Süsswasserbildungen dieser Formation. Auch finden sich viele Fische und Reptilien.

Zu den Leitmuscheln dieser Abtheilung gehören die untenstehend eingedruckten:

Fig. 88.

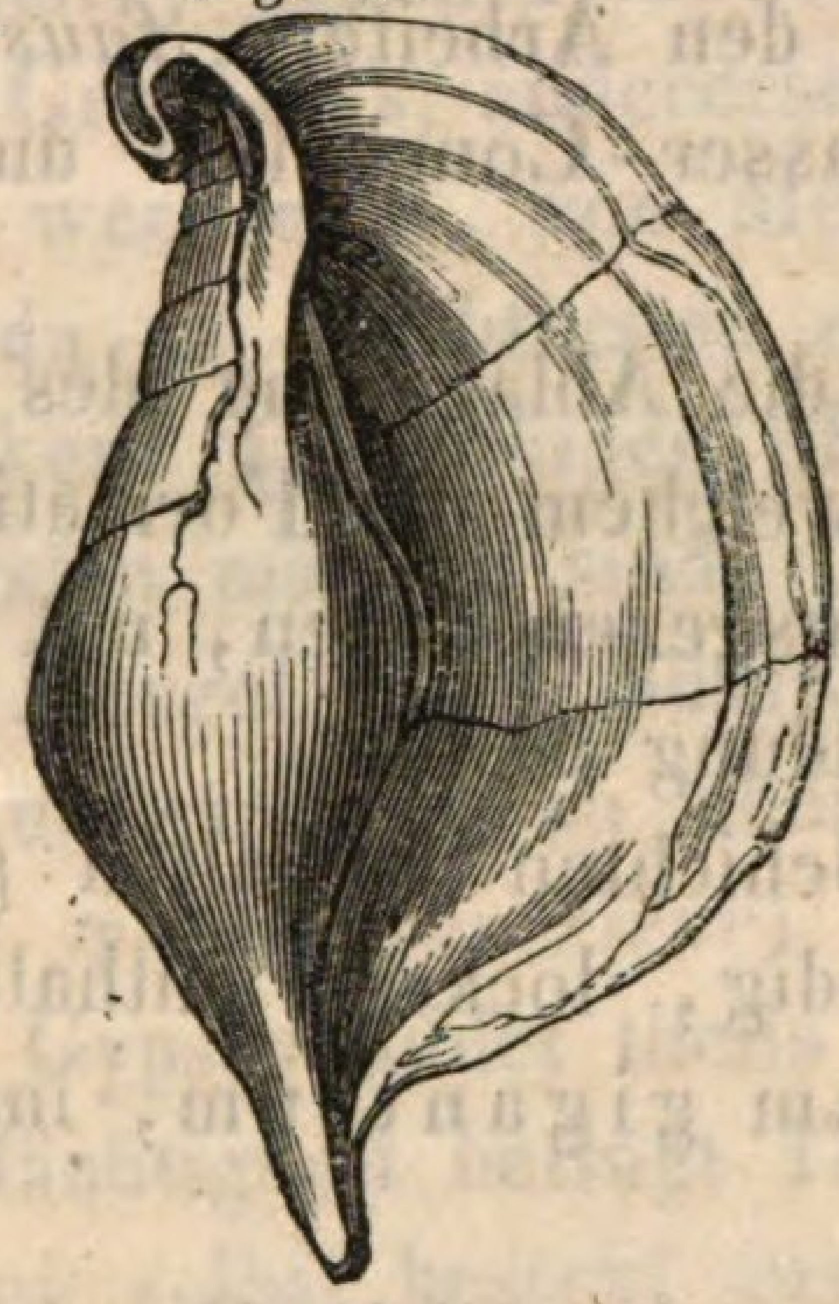


Fig. 89.



Fig. 90.



Fig. 88. Rostellaria macroptera, in 1/4 der natürlichen Grösse. *Fig.* 89. Turritella edita. *Fig.* 90. Pleurotoma prisca.



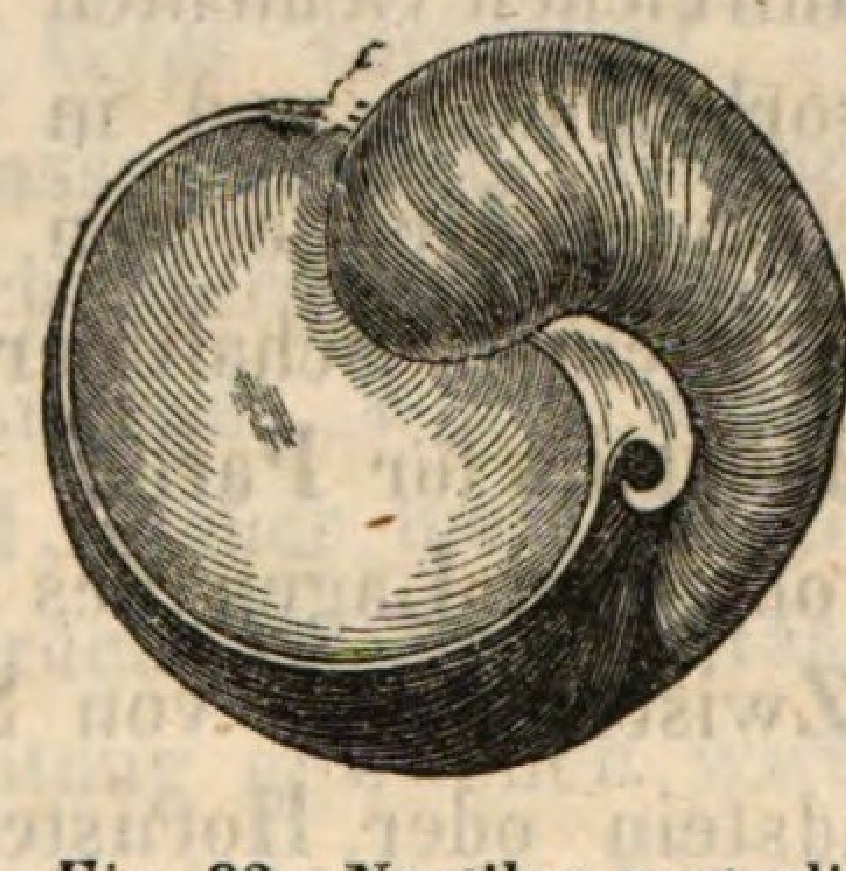


Fig. 91. Voluta athleta. *Fig.* 92. Nautilus centralis.

Als Anhaltspunkt, als Typus dieser Formation gilt das unter allen Tertiärbildungen zuerst untersuchte Becken von

Paris, dessen Schichtenreihe von unten nach oben folgende ist:

1) Das unterste, unmittelbar auf Kreide ruhende Glied besteht aus Lagen von Thon, Mergel, Sand, Sandstein mit Braunkohlen und Flussmuscheln und aus einem Conglomerat mit vielen Vierfüsserknochen und Süsswasser-Conchylien. — In den tiefern Lagen findet sich gewöhnlich ein feuerfester Thon, der mit Wasser einen sehr bildsamen Teig giebt und deshalb den Namen plastischer Thon (*Argile plastique*) erhalten hat. An mehrern Punkten wird dieses unterste Glied durch ein Kalkconglomerat repräsentirt, worin Süsswasser-Schalthiere und Reste von Tapirotherium, Anthracotherium, Sciurus, Vulpes, Viverra, Lutra vorkommen. — Die obern Schichten werden häufig durch sandige Thonmassen gebildet, von den Arbeitern *fausses glaises* genannt, in denen viele Süsswasser-Conchylien und Braunkohlen vorkommen.

2) Hierauf folgt die Ablagerung des Grobkalks (*Calcaire grossier*), von welchem die Formation benannt worden ist und die in einer ausgezeichneten, mit Süsswasserschichten wechselnden Meeresbildung besteht.

a. Die untern Schichten enthalten grüne Eisen-Silicat-Körner, sind oft sandig, locker, enthalten Nummuliten und das grosse Cerithium giganteum, im Ganzen aber wenig Conchylien.

b. Darauf liegt der eigentliche Grobkalk, ein unreiner, mit Sand und Eisentheilen gemengter, groberdiger Kalkstein, in dessen zahlreichen Schichten sehr viele wohlerhaltene Meerschalthiere vorkommen, und in manchen Schichten namentlich ist eine unzählbare Menge von Milioliten (Miliolitenkalk), einem winzig kleinen Schalthierchen, begraben. Diese Lage liefert den Baustein für Paris.

c. Die obersten Lagen des Grobkalks bestehen aus Kalkmergel mit Zwischenlagen von Sand, welchem Schichten von grauem Sandstein oder Hornstein mit vielen Meerconchylien folgen, namentlich mit einer ausserordentlichen Menge von Cerithien. Die französischen Geologen bezeichnen diese Lage mit *Grès marin inférieur*.

d. Zwischen diesen beiden Grobkalklagen befindet sich eine Süsswasserschicht mit Lymneen, Planorben und mit Braunkohle. — Solche Süsswasserschichten findet man auch in dem Grobkalkgebilde anderer Orte, wie z. B. bei Vaugirard, Bagneux u. s. w. Ihre Mächtigkeit beläuft sich bis 100 Fuss.

Im nördlichen Theil des Pariser Beckens ist der Grobkalk am mächtigsten und reinsten entwickelt. Im mittlern Theile wechselt er aber mit Bänken von Süsswasserkalk, und im südlichen und östlichen Theil des Beckens ist dieser das vorwaltende Gestein. Es ist ein kieseliger dichter Kalkstein (*Calcaire siliceux*), der an einzelnen Stellen Süsswasser- und Landconchylien einschliesst, bisweilen löcherig und offenbar gleichzeitig mit dem Grobkalk abgesetzt worden ist.

e. In der Mitte des Beckens kommt eine grosse Gypsmasse vor, einerseits, gegen Norden, im Wechsel mit den obern Schichten des Grobkalks, andererseits, gegen Südosten, mit Kieselkalkschichten wechselnd, von Mergel und Kalkstein begleitet und gerade da am mächtigsten entwickelt, wo im mittlern Theil des Beckens die kalkigen Meeres- und Süsswasser-Gesteine am wenigsten mächtig sind. Ueber dem Gypse liegt am Mont-Martre Mergel mit Süsswasserconchylien, dann folgt Mergel mit Austern und zu oberst der obere Meersandstein (*Grès marin supérieur*) mit vielen Cerithien. Die Unterlage des Gypses bildet theils sandiger Grob-, theils Kieselkalk. Die Mächtigkeit beträgt 170 Fuss.

Die Gypsbildung selbst besteht aus drei Hauptmassen, die durch Mergellagen geschieden sind. Am Fuss des Mont-Martre liegt Mergel mit kleinen Gypslagen, worin viel späthiger, federartig gruppirter Gyps vorkommt. Darüber folgt eine zweite mächtige Gypsmasse mit sehr schönen Krystallen, und über dieser Masse, durch Mergellagen davon geschieden, die oberste, mächtigste Gypsmasse, worin zahlreiche Säugethierreste eingeschlossen sind, daher man ihn *Gypse à Ossemens* genannt hat. Es wurden in dieser Masse, die zum Brennen und zur Mörtelbereitung gewonnen wird, die Paläotherien, Anoplotherien, mehrere Fleischfresser, als Nasua, Viverra, Canis, sodann Didelphis, Myoxus, Sciurus, Süsswasser-Schildkröten, ein Krokodill, Süss-

wasserfische, mehrere Vögel und überdies Süsswasserconchylien gefunden.

3) Auf den Grobkalk folgen Sandstein und Sand mit Meerconchylien (*Grès et sables marins supérieurs, Grès de Fontainebleau*), und zwei Mergellagen mit Austern, zwischen denen sich eine Lage mit Süsswasser-Schalthieren befindet.

4) Zu oberst liegt Süsswasser-Kalkmergel mit Planorben, Lymneen, Potamiden, Cyclostomen und gemengt mit Kieselkalk, der dieselben Versteinerungen führt, und mit dem Mergel auch in Lagen wechselt. In diesen Schichten kommen Charareste und namentlich auch Früchte derselben vor. Darunter liegt poröser Kiesel oder poröses Quarzgestein (Mühlstein, *Meulière*), ohne Versteinerungen, in derben Stücken, in Sand oder Mergel eingeschlossen.

Der geschilderte, wiederholte Wechsel von Meeres- und Süsswasser-Bildungen, ihr Ineinandergreifen, ihre räumliche Vertheilung und die mächtige Gypsmasse mit so vielen Thierresten in der Mitte des Beckens, legen ganz deutlich dar, dass bei der Bildung dieser Schichten verschiedene Ursachen theils nacheinander, theils gleichzeitig gewirkt haben.

Das zunächst über der Kreide liegende Süsswassergebilde mit Braunkohle deutet an, dass das Becken zuerst mit süssem Wasser angefüllt war. Ein Fluss mochte Thon und Sand in dasselbe abgesetzt und von Zeit zu Zeit Treibholz hineingeführt haben. Später wurde das Becken mit Meerwasser erfüllt und es erfolgte die Bildung des Grobkalks. Manche seiner Schichten sind voll Muscheltrümmer, durch Süsswasserschichten mit Lymneen, Planorben u. s. w. von einander getrennt, und unter der grossen Zahl von Meeresschalthieren treten die Cerithien in ausserordentlicher Menge auf, deren jetzt lebende Gattungen sich vorzüglich da aufhalten, wo Flüsse ins Meer fallen und das Wasser brackisch ist. Alle diese Verhältnisse können die Folge der Einströmung eines Flusses in ein Meeresbecken sein. Stellen wir uns vor, dass das Becken ein geschlossener salziger Landsee war, wie etwa das Caspische Meer, und dass sich ungefähr da, wo jetzt Seine und Marne einfliessen, ein grosser Fluss in dasselbe ergoss, so konnten im Süden

die Schichten des Kieselkalks abgesetzt werden, während im nördlichen Theil des Beckens die Bildung des meerischen Grobkalkes stattfand, und an den Grenzen der verschiedenen Absätze mussten diese unrein ausfallen, Meer- und Süsswasser-Schalthiere in denselben Schichten eingeschlossen werden, oder die verschiedenen Absätze sich im Wechsel bilden. Die mächtige Gypsmasse hat sich aus süssem Wasser abgesetzt, indem keine Meerthierreste darin liegen. Auf Java fliesst von einem Vulkan ein Bach ins Meer, dessen Wasser durch Schwefelsäure gesäuert ist und dies giebt uns einen Fingerzeig, wie im Mittelpunkt des Pariser Beckens eine Gypsmasse abgesetzt werden konnte, wenn sich gegen Ende des Grobkalk- oder Kieselkalk-Absatzes von einem vulkanischen Punkte aus ein ähnliches Wasser in das Becken ergoss. Die von dem Gyps umschlossenen Thierreste konnte der Fluss herschwemmen; Meerschalthiere, die in dem gesäuerten Wasser nicht zu leben vermochten, findet man nicht in ihm. Nach der Bildung des Gypses und seines Mergels muss das Becken wiederum vollkommen mit Meerwasser erfüllt worden sein. Vielleicht kam es in dieser Zeit durch eine Schwankung des Bodens in Folge der Erhebung der Puys in der Auvergne, oder eines andern Gebirgssystems, mit dem offenen Meere in Verbindung. Es setzte sich nun die reine obere Meeresbildung, der *Grès marin supérieur*, ab. Nochmals trat das Meer aus dem Becken zurück, und an seine Stelle trat süsses Wasser. Jetzt bildete sich der obere Süsswassermergel und der Mühlsteinquarz mit den vielen Charafrüchten, über denen unmittelbar die ältern Alluvialbildungen liegen. —

Mit dem Pariser Becken stimmt das von London wohl hinsichtlich des zoologischen Charakters seiner Schichten, aber keineswegs in petrographischer Hinsicht überein, indem dort Thonmassen vorherrschen und die Kalkbildung gänzlich zurückgedrängt ist. — Die Schichtenreihe um London und in Hampshire ist folgende:

1) Zu unterst, auf der Kreide, liegen regelmässig mit einander wechselnde Schichten von Sand, Kies, Lehm und Thon. Einige Thonschichten geben ein sehr gutes Material zu Töpferwaaren und desshalb hat die ganze Lage den Namen

plastischer Thon (*Plastic clay*) erhalten. Der Kies besteht aus abgerundeten Feuersteinen und Quarzstücken. Einige Thon- und Sandschichten enthalten ganz dieselben Conchylien, welche in dem folgenden Londonthon vorkommen. Es haben diese Schichten bei London eine Mächtigkeit von 100 und in der Alumbai auf der Insel Wight eine von 1100 Fuss.

2) Darauf folgt die Ablagerung des London-Thons (*London clay*), die aus den folgenden beiden Gliedern besteht:

a. Der eigentliche London-Thon bildet das untere Glied. Er ist ein blauer oder schwärzlichgrauer Thon, der zuweilen in Kalkmergel übergeht, bisweilen Sandsteinbänke und einzelne Schichten von Kalkstein einschliesst. Es liegen viele Lagen ovaler oder plattgedrückter, mit Kalkspathadern durchzogener Stücke von thonigem Kalkstein darin, die man Septarien nennt und zur Mörtelbereitung verwendet. Von den im Thon liegenden Meerconchylien stimmt ein grosser Theil mit denen völlig überein, die im Pariser Grobkalk liegen. Auch wurden darin Reste von Krokodillen und Schildkröten, und auf der Insel Sheppey eine ausserordentliche Menge nussartiger Früchte gefunden, welche denen des Cocosbaums und anderer tropischer Pflanzen ähnlich sind. Die Nähe von Land kann nicht allein aus diesen Pflanzenprodukten, sondern auch aus den Zähnen und Knochen von Krokodillen und Schildkröten gefolgert werden, indem diese Geschöpfe ihre Eier an irgend einer Küste ablegen mussten. Neuerlich hat man auch unter den Versteinerungen von der Insel Sheppey und von Herne-Bay die Knochen einer grossen Schlange, einer Boa oder einem Python ähnlich, so wie die von einem geierartigen Vogel, nebst einem Vierfüsser von neuem Geschlecht (Hyracotherium), zu Hyrax, Schwein und Chaeropotamus gehörig, gefunden. Es ist dies Glied 70 bis 100 Fuss mächtig.

b. Das zweite, obere Glied ist eine Sandlage, der Bagshot-Sand, der besonders südöstlich von London stark entwickelt ist und aus Sand und Sandstein mit Zwischenlagen von Mergel besteht. Er bildet die oberste tertiäre Lage im eigentlichen Londoner Becken. Es liegen in den Mergeln

dieselben Meerconchylien, wie im untenliegenden Thongebilde, dieselben Haifischzähne (Squalus und Raja), und in der Nähe von Guilford hat man im Sande, der dort voll grüner Eisensilicatkörner ist, neuerlichst auch Fischreste von den Geschlechtern Pristis, Tetrapterus, Edaphodon, Passalodon, Seaphognatus, Ctenostychos, Pleiostychos, Ameibodon und Reste einer Emys gefunden. Bisweilen liegt im Bagshot-Sand auch Braunkohle.

3) Zu oberst dieser ältern englischen Tertiärformation liegen Süsswasserschichten, Kalkstein und Mergel mit einzelnen Sandlagen. Der Mergel ist oft grün, wie der im Pariser Becken. Es ist dieses Glied im nördlichen Theil der Insel Wight und an der gegenüberliegenden Küste von Hampshire entwickelt, und schliesst einzelne Schichten ein, die nebst Süsswasserschalthieren auch Meerconchylien enthalten. Die in den andern Schichten vorhandenen Süsswasser-Conchylien sind die gewöhnlichen, und auch die vorkommenden Chara-Reste denen in den Pariser Schichten begrabenen analog. Auf Wight hat man auch Zähne von Anoplotherium und Paläotherium, so wie Reptilien-Reste in dieser Bildung gefunden.

Zu Kyson, kaum eine Meile östlich von Woodbridge in Suffolk, findet sich ein 12 Fuss mächtiges Thonlager, unter welchem ein Absatz von gelbem und weissem Sand liegt, dessen Alter von hohem Interesse ist, indem manche eigenthümliche Versteinerungen darin enthalten sind. Der oben liegende Thon führt keine Versteinerungen, liegt aber unter dem Crag und ist wahrscheinlich ein Glied der untern Tertiärformation. In dem Sande hat man das erste Beispiel eines fossilen Quadrumanen in Grossbritannien gefunden, nämlich die Zähne und den Theil der Kinnbacke eines Monkey von dem Geschlecht Macacus. Ausserdem fand man darin noch Reste vom Didelphis, Zähne von Hayen, Zähne vom Hyracotherium und die Rückenwirbel von einer grossen Schlange, wahrscheinlich von Boa. Das erwähnte Vorkommen der Macacus-Reste ist das erste von Quadrumanen in so alten Schichten, wie die eocenischen, oder unter einer so hohen Breite (52° n. Br.), denn man fand sie ausserdem nur noch zu Sansan bei Azch im französischen Gers-Depart. unter 43° 40′

n. Br. in Süsswasserschichten, die wahrscheinlich der mittlern Tertiärformation angehören; sie waren von Dinotherium-, Mastodon-, Rhinoceros- und den Resten anderer Säugethiere begleitet.

Bei der grossen Uebereinstimmung der Schalthier- und Säugethier-Reste in den Schichten des Pariser und Londoner Beckens ist die Gesteinsverschiedenheit dieser Schichten sehr auffallend. Während die Mitte der Pariser Schichten aus hellfarbigem Kalkstein und aus Gyps besteht, tritt im Londoner Becken in der gleichen Stellung ein blauer Thon auf, und während die Pariser Gebilde nach oben von Kalkstein- und nach unten in der Regel von Thonschichten begrenzt sind, bilden im eigentlichen Londoner Becken sandige Lagen die obern und untern Grenzen. In den untersten Schichten des Londoner Beckens, welche eine dem Pariser plastischen Thon analoge Stellung über der Kreide haben, hat man bis jetzt nur Meerthierreste gefunden und das Londoner Becken war demzufolge gleich im Anfange der Bildung seiner Schichten mit Meerwasser erfüllt und blieb es bis ans Ende seiner Tertiärbildungen. In Hampshire und auf der Insel Wight waren dagegen die Becken in der letzten Periode mit süssem Wasser angefüllt, und das Meer trat in dieselben wiederholt auf kurze Zeit ein, woher die Vermischung von Süsswasser- und Meerschalthieren in einzelnen der obern Schichten.

Ausser den Süsswasserbildungen im Pariser Becken, welche einzelne Glieder jener grossen Formation ausmachen, ist aber in Frankreich noch ein anderes Süsswassergebilde vorhanden, welches wegen seiner Versteinerungen hierher gehört und welches sich in grossen Massen süssen Wassers angehäuft hat. Es finden sich diese Schichten in dem Centraltheil von Frankreich, in der Auvergne, am Cantal und im Velay. Sie scheinen die Denkmäler von alten Seen zu sein, die gleich denen, welche jetzt in der Schweiz vorhanden sind, einst die Senkungen in einer gebirgigen Gegend einnahmen und von denen jeder seinen Zufluss aus einem oder mehren Flüssen erhielt. Die Gegend, in der diese Süsswasserbildungen existiren, besteht fast gänzlich aus Granitgesteinen, hin und wieder mit einem Stückchen von secundären Schichten, die sehr verworfen

und stark entblösst worden sind. Dann sind auch einige grosse vulkanische Massen vorhanden, von denen der grössere Theil neuer als die Süsswasserschichten sind und auf welche wir weiter unten zurückkommen.

Das Studium dieser Süsswasserformation in Mittelfrankreich hat ein eigenthümliches Interesse, denn in der Auvergne sehen wir eine Reihe grosser, erstaunenswürdiger Ereignisse, durch welche die ursprüngliche Form der Gegend zwar sehr verändert, aber doch nicht so verwischt worden ist, dass wir sie nicht in der Einbildungskraft wiederherstellen könnten. Grosse Seen sind verschwunden, — hohe Berge durch wiederholte Lavenausbrüche, denen Sand- und Schlackenschauer vorangingen und folgten, gebildet, — darauf sind tiefe Thäler in den Sumpf- und vulkanischen Bildungen ausgehöhlt, — später sind in diesen Thälern neue Kegel aufgeworfen worden, — durch das Aufdämmen von Flüssen sind neue Seen gebildet — und mehr als eine Schöpfung von Vierfüssern, Vögeln und Pflanzen ist einander gefolgt. Dennoch hat die Gegend von Anfang bis zu Ende ihre geographische Identität bewahrt und wir können uns recht gut ihre äussere Beschaffenheit und physikalische Struktur vor Beginn dieser Veränderungen, oder als sie erst theilweise vollendet waren, denken.

Das nördlichste von diesen Süsswassergebilden liegt in der Thalebene des Allier in einer Gegend, die ehedem den Namen der Limagne der Auvergne führte. Ein zweites liegt im Loirethal in den Umgebungen von Montbrison und Roanne, eine dritte am südlichen Fuss des Cantal, bei Aurillac und die vierte bei Le Puy en Velay. In der Auvergne besteht die Bildung aus Gypsmergel (zu unterst); aus Kalkstein oder Travertin, der oft oolithisch ist; aus grünem und weissem schiefrigem Mergel; aus Sandstein und Conglomerat mit rothem Mergel und rothem Sandstein (zu oberst). Das Schiefrige oder Blättrige des Mergels entsteht häufig durch die Schalen eines kleinen Thieres, der Cypris, eines Geschlechts mit mehrern Spezies, von denen einige noch jetzt leben und sehr schnell auf dem Wasser von Sümpfen schwimmen. Der Kalkstein enthält sehr viele Larven von Phryganeen oder Maifliegen, so dass manche Schichten gänzlich daraus zu bestehen scheinen.

In **Deutschland** gehören die Schichten des sogen. **Mecklenburger Beckens** zu der ältesten, den Pariser und Londoner Bildungen analogen, Tertiärformation. Seine wenigen kleinen Steinbrüche haben bereits 118 Schalthier-Gattungen geliefert, von denen 71 in dieser untern Gruppe vorkommen und 61 derselben eigenthümlich sind. Die mehrsten finden sich in einem braunen Sandsteine, mit vollkommen erhaltener Schale, haufenweise zusammengebacken. Einzelne Blöcke dieses Gesteins liegen auf den Feldern umher und sind unter dem Namen **Sternberger Kuchen** bekannt. Das Gebilde erstreckt sich über Mecklenburg, Lauenburg, Neuvorpommern, Lübeck bis in die Mark Brandenburg. Ferner gehören die Sandsteinschichten am Kressenberg in Baiern, worin Thoneisenstein liegt, und die obern Schichten des benachbarten Sonthofen hierher.

Stark entwickelt tritt die Gruppe in **Belgien**, in der Gegend von Antwerpen und Brüssel, auf. Die Gesteine bestehen hier vorzüglich aus Sand, Sandstein und Thon. Von den bekannten 200 Conchylien-Gattungen stimmen die mehrsten, und im kleinen Becken von Boom 66 Procent der darin vorhandenen, mit den Schalthierresten des Londoner Beckens überein. Dieses Verhältniss findet seine Erläuterung in der Lage des Niederländer Beckens, indem dasselbe dem englischen gegenüber liegt.

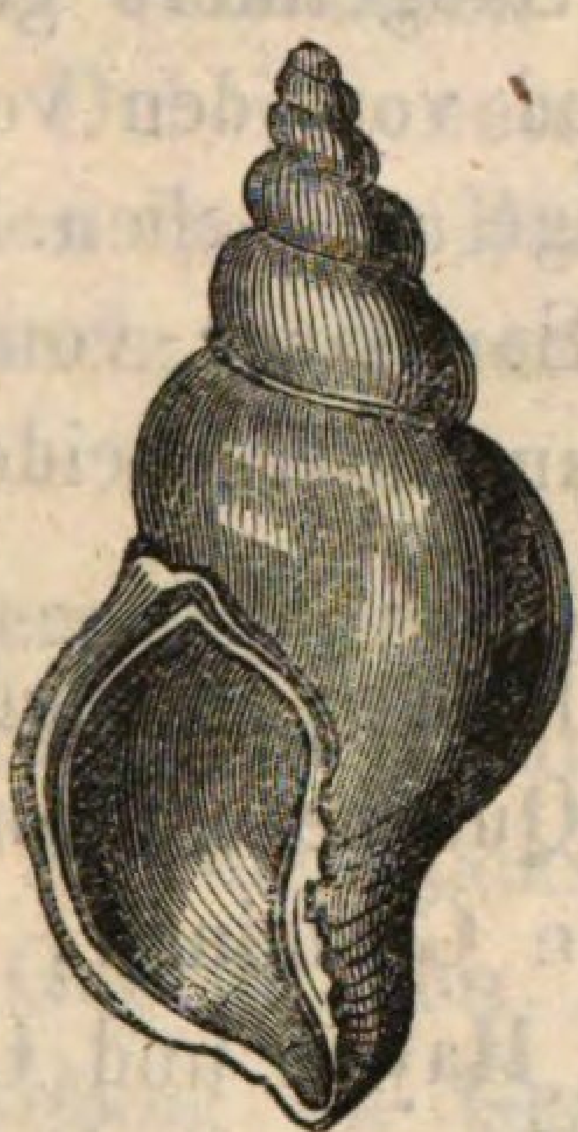
18. DIE MITTLERE TERTIÄR-FORMATION.

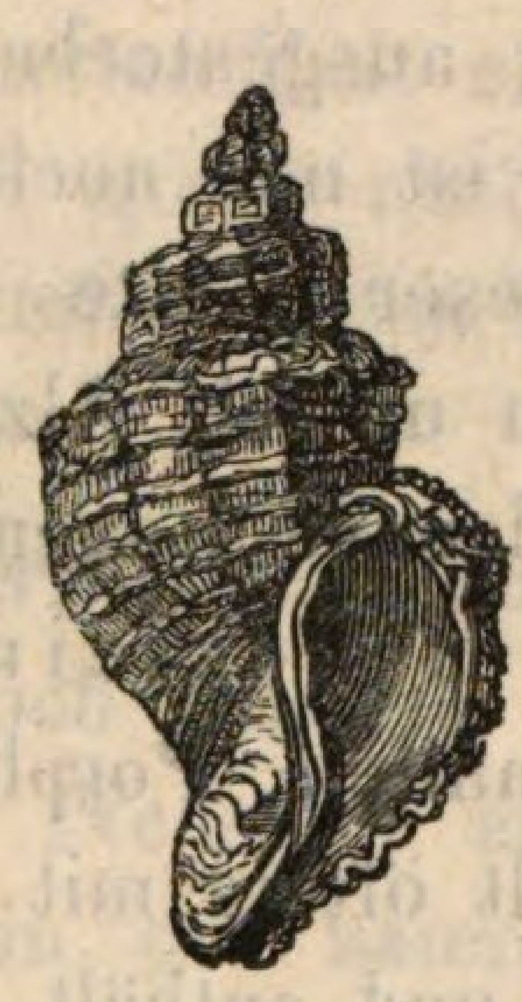
Syn. Tegelformation; mittlere Tertiär-Schichten; *Terrains tertiaires moyens*, franz.; *Miocene Formations*, *Lyell*, engl.

Die Hauptmassen dieser Formation bestehen aus Sand, Thon, Mergel, mit untergeordneten Sandsteinlagen und aus Kalkstein, der theils aus dem Meere, theils aus süssem Wasser abgesetzt worden ist. Die organischen Reste sind zahlreich, darunter allein mehrere Tausend Conchylien bekannt, und von diesen folgende charakteristisch: **Venericardia**, **Bullina**, **Strophostoma**, **Scoliostoma**, **Natica compressa**, **Turritella**, **Proto Turritella**, **Cerithium pictum** und **lignitarium**, **Pyrula**, **Pleurotoma**, **Buc-**

cinum, Voluta, Ancillaria, Oliva, Conus. Unter der Zahl bestimmter Gattungen sind etwa 20 Procent noch lebend, die jetzt meistens an den Küsten von Guinea und Senegambien wohnen. Von den in den englischen Miocenschichten genau untersuchten Gattungen, von denen 450 mit jetzt lebenden verglichen sind, gehören 20 bis 30 Procent letztern an. — Besonders charakteristisch sind auch hier wieder die Säugethierreste; alle in diesem Gebilde vorkommenden Gattungen sind ausgestorben; von den Geschlechtern vieler Pachydermen und Wiederkäuer herrschen vor: Macrotherium, Acerotherium, Dinotherium und die mehrsten Lophiodon-Gattungen.

Zu den gewöhnlichsten Leitmuscheln gehören die nachstehend eingedruckten:


Fig. 93.
Fusus contrarius.


Fig. 94.
Murex alveolatus.

In Deutschland gehören hauptsächlich die Beckenbildungen von Wien und Mainz hierher. — Die Formation des Wiener Beckens wird durch den Tegel der Oestreicher charakterisirt, der aus einem bläulichgrauen, bisweilen glimmerhaltigen Thon besteht, welcher zu Ziegel- und Töpferwaaren verarbeitet wird. Die Schichtenfolge ist im Wiener Becken von unten nach oben folgende: Weisser Sand, nicht durchsunken; — unterer Tegel; — gelber Sand mit Austern, Cerithium pictum u. s. w.; — oberer Tegel, voll Schalthiere, mit Braunkohle; — kalkige Breccie; — Korallenkalk (Leithakalk) mit Echiniten, Pecten, Mastodon, Dinotherium; — Süsswasserkalk mit Schalthieren; — Sand und Kies mit Mastodon, Dino-

therien, Anthracotherien. Darauf liegt Löss mit Landconchylien und Elephas primigenius.

Zu derselben Reihe von Becken gehören noch zwei andere, am östlichen Ende der Alpen, jedoch diesen näher liegend, als das Wiener Becken. Das erste derselben tritt in Steyermark auf und dehnt sich bis in die Ebenen Ungarns aus. Die Schichten bestehen aus Sandstein, Conglomerat und Mergel und werden von den Flüssen Mur, Raab und Drau durchschnitten. Die zweite dieser Gruppen wird bei Wildon durch einen 400 Fuss mächtigen Korallenkalkstein charakterisirt.

Ganz ausgezeichnet ist diese Formation im Becken von Mainz entwickelt, in welchem Süsswasser- und Meerconchylien mit zahlreichen Säugethierresten vorkommen. Man hat dort bereits 21 Geschlechter fossiler Säugethiere gefunden, wovon 12 völlig ausgestorben sind, und von den vorkommenden 36 Gattungen ist nur noch eine einzige am Leben. Die reichste Fundstätte dieser Reste sind die Sandlager von Eppelsheim und Esselborn unweit Alzey. — Man unterscheidet von unten nach oben folgende Lagen:

Sand, Sandstein, Conglomerat und Gerölle, worunter Granite, Porphyre und Quarze vorkommen. Der Sand wechselt öfters mit den andern Gesteinen, ist voll Muscheltrümmer und enthält Reste von Hayen und Cetaceen.

Plastischer, mergeliger Thon mit Kalkbänken.

Kalkstein und Mergel mit Meer- und Süsswasserconchylien. Von erstern sind häufig: Cerithium, Cytherea, Mytilus (besonders häufig M. Brardii), Cyprina, Ostrea; von letztern finden sich die Geschlechter Helix, Paludina, Lithorina, Cypris. Ueberdies kommen auch Säugethierreste vor. — Man kann hieraus abnehmen, dass sich diese Schichten aus einem brackischen Wasser abgesetzt haben.

Sand und Sandstein. Die Hauptmasse des erstern ist von feinem Korn, das in der Tiefe aber gröber wird, wo der Sand auch öfters eine mergelige Beschaffenheit annimmt und zu einem Sandstein erhärtet ist. Zu unterst liegen gewöhnlich conglomeratische Schichten oder Kies, mitunter mit Sandschichten abwechselnd. — Diese oberste Lage schliesst den grössten

Theil der Säugethiere in sich. Man hat darin 2 Gattungen Dinotherium, mehrere Gattungen Rhinoceros, 2 Gattungen Tapir, 2 Gattungen Hippotherium, einige Gattungen Schwein, 5 Gattungen Hirsch, mehrere Gattungen Katze, eine Gattung Vielfrass, das Agnotherium, Acerotherium, Chalicotherium, Pugmeodon, Mastodon arvernensis u. s. w. gefunden.

Das Mainzer Becken scheint, vom offenen Meere abgeschlossen, längere Zeit von Salzwasser erfüllt gewesen, und durch Zufluss von süssem Wasser brackisch und nach und nach ausgesüsst worden zu sein, indem ein beständiger Abfluss stattfand, welcher den Abflusskanal immer tiefer ausspülte, wobei der Wasserspiegel in dem Becken sich allmälig senkte, Inseln entstanden und endlich das Becken trocken gelegt wurde. Dabei konnten in der ersten Zeit nur eigentliche Meerconchylien in dem Becken leben, später auch Süsswasser-Schalthiere darin existiren, und endlich auf den Inseln Säugethiere leben.

Ausserdem gehören zu der mittlern oder Miocen-Formation der Tertiärgruppe in Deutschland noch einzelne Sumpfbildungen, wie z. B. die Kalksteine von Neustadt an der Hardt und in der Gegend von Anweiler in der baierschen Pfalz; ferner die Bildung zu Georgs-Gemünd im Würtembergschen, mit Resten von Paläotherium, Mastodon und Rhinoceros; die tertiäre Ablagerung bei Osnabrück und an andern Punkten Westphalens u. m. a.

Die tertiären Schichten von Suffolk in England, denen der Provinzialname Crag gegeben worden ist, sind auf den östlichen Theil jener Grafschaft beschränkt und zerfallen in zwei Massen, in die untere oder den Korallen-Crag und in die obere oder den rothen Crag. Die untere Bildung hat eine sehr beschränkte Ausdehnung und erstreckt sich zwischen den etwa eine deutsche Meile von einander entfernten Flüssen Alde und Stour, etwa auf 4½ Meilen Länge. Sie ist im Allgemeinen kalkig und mergelig, eine Masse von Muscheln und kleinen Korallen, die hin und wieder einen weichen Baustein bilden.

Die obere Lage, der rothe Crag, besteht hauptsächlich aus Quarzsand mit gelegentlicher Einmengung von grösstentheils abgerundeten und zuweilen zerbrochenen Muscheln. Dieser rothe Crag unterscheidet sich durch die dunkelrothe oder ochrige Farbe seines Sandes und seiner Versteinerungen, während der Korallen-Crag weiss ist. Beide Lagen haben eine nur mässige Mächtigkeit, indem der rothe selten über 40 und der weisse Crag selten über 20 Fuss stark ist. Jedoch ist die Wichtigkeit dieser Bildung nicht nach der Mächtigkeit und Ausdehnung der Schichten zu beurtheilen, sondern nach dem ausserordentlichen Reichthum ihrer organischen Reste, die einen eigenthümlichen Typus haben, der den Zustand der lebenden Schöpfung im nördlichen Europa während des letzten Theils der Miocen-Periode zu charakterisiren scheint. — Man fand in den Schichten von Suffolk etwa 230 Gattungen in dem rothen und 345 Gattungen in dem Korallen-Crag und etwa 150 Gattungen sind beiden gemeinschaftlich. Das Verhältniss lebender Gattungen in den jüngern Schichten beträgt etwa 30 und das in den ältern etwa 20 Procent. — An einigen Punkten kann man nachweisen, dass der Korallen-Crag von dem Absatz des rothen erst Entblössung erlitt, dass Pholaden die Felsen durchbohrt hatten. — Einige in dem rothen Crag sehr häufige Fossile, wie Fusus, Buccinum, oder Nassa und Murex, sind nie im Korallen-Crag vorgekommen. — Unter den Fischresten finden sich die von grossen Haien (Carcharias) und von einem riesigen Rochen, von dem erloschenen Geschlecht Myliobates u. m. a., von denen einige Formen in unsern Meeren vorkommen und andere denselben fremd sind. — Die Korallen der untern Lage gehören grösstentheils jetzt unbekannten Geschlechtern an und haben einen sehr eigenthümlichen Bau.

Schichten mit gleichen Fossilen wie im Suffolker Crag sind kürzlich auch in der Nähe von Antwerpen und bei Valogne in der Normandie gefunden worden.

Auch die sogen. Faluns in der Touraine gehören hierher. Es ist dies nämlich eine Tertiärbildung in der Nähe der Städte Dinan und Rennes in der Bretagne und dann in den Gegenden an den Ufern der Loire, an deren Mündung bei

Nantes und in der Gegend südlich von Tours. Sie ist ferner auch zu Pontlevoy am Cher, etwa 7 Meilen südöstlich von Tours vorgekommen. Sie besteht hauptsächlich aus Sand und Mergel mit Muscheln und Korallen, von denen einige erhalten, andere abgerundet oder ganz zerbrochen sind. An einigen Punkten bildet dies Gemenge von zerbrochenen Muscheln, Korallen und Echinodermen, die durch ein kalkiges Bindemittel vereinigt sind, einen weichen Baustein, der Aehnlichkeit mit dem Korallen-Crag aus Suffolk hat. Die getrennten Stücke der Faluns haben selten eine 50 Fuss übersteigende Mächtigkeit und sie ruhen auf sehr verschiedenartigen ältern Gesteinen, auf Gneis, Thonschiefer, auf verschiedenen secundären Formationen mit Einschluss der Kreide und endlich auch auf dem Süsswasser-Kalkstein der Pariser Tertiärschichten, die sich ohne Unterbrechung von dem Seinebecken in das der Loire hinüberziehen.

An einigen Punkten, wie zu Louans, südlich von Tours, sind die Muscheln eisenartig gefärbt, ähnlich der Farbe des rothen Crag in Suffolk. Die meisten Schalthiere gehören dem Meer-, wenige aber auch dem süssen Wasser und dem Lande an; unter den letztern ist Helix turonensis besonders häufig. Hin und wieder finden sich dazwischen Reste von Landquadrupeden, den Geschlechtern Mastodon, Rhinoceros, Hippopotamus, Hirsch und andern angehörig und begleitet von verschiedenen Cetaceen.

Man hat über 300 Muschelgattungen in den Faluns gefunden, von denen etwa 25 Procent jetzt lebenden angehören. Vergleicht man diese 300 Gattungen mit den 450 im Crag gefundenen, so findet man, dass nur 45 beiden Localitäten gemeinschaftlich sind.

Die sehr ausgedehnte Gegend zwischen den Pyrenäen und der Gironde ist auch mit tertiären Ablagerungen übersäet, die hauptsächlich in den Umgebungen von Bourdeaux und Dax untersucht worden sind, wo man etwa 700 Muschelgattungen gefunden hat. Ein grosser Theil derselben hat denselben zoologischen Charakter, wie die in der Touraine, manche aber sind eigenthümlich und wahrscheinlich bilden die Schichten an der Gironde eine ältere Abtheilung der Miocen-Formation,

als die Faluns an der Loire. — In der Nähe von Lissabon haben sich tertiäre Schichten gefunden, deren Versteinerungen mit den zu Bourdeaux vorkommenden übereinstimmen.

Manche von den Muscheln, die an den Hügeln der Superga bei Turin in Piemont gefunden worden sind, stimmen mit den zu Bourdeaux und Dax vorgekommenen überein, allein das Verhältniss lebender Gattungen ist geringer. Die Schichten an der Superga bestehen aus dunkelgrünem Sand und Mergel und aus einem Conglomerat, dessen Geschiebe hauptsächlich grüner Serpentin sind und sie haben ein Fallen von 70°. Diese im Bormidathal sehr mächtige Bildung ist wahrscheinlich eine der ältesten von den bis jetzt gefundenen Miocen-Gruppen.

Durchschneidet man die Alpen und geht von Piemont nach Savoyen, so findet man am nördlichen Fuss der grossen Kette und durch die niedern Gegenden der ganzen Schweiz einen weichen grünen Sandstein, der einigen Lagern im Bormidabassin sehr ähnlich sieht und eben so wie jener mit Mergel und Conglomerat verbunden ist. Man nennt dies Gebilde in der Schweiz Molasse und es ist sehr wichtig und mächtig. Es besteht, wie bemerkt, aus Sandstein und Conglomerat (Nagelfluh) mit untergeordneten Lagen von Sand, Thon, Mergel, Süsswasserkalk und Braunkohle. Der Sandstein ist herrschend, ein Kalk- oder Mergelsandstein von grünlich- und bläulichgrauer Farbe und im Ganzen von geringer Festigkeit, daher der Name von *mol*, weich. Im Sandstein und Sand kommen stellenweise viele Schalthier-Versteinerungen und Hayfischzähne vor und zumal sind die obern Lager reich daran, die man desshalb auch Muschel-Molasse, Muschel-Sandstein genannt hat. Der immer deutlich geschichtete Sandstein wechselt bald mit den Nagelfluh-Lagen, bald tritt das Conglomerat in stockförmigen Einlagerungen auf. Der allbekannte Rigi ist ein Nagelfluhberg. In den obern Lagen hat man an einigen Orten Säugethierreste gefunden, so am Molièreberge zu Estavayer bei Neufchatel Elephanten-, Hyänen-, Rhinoceros-Reste u. s. w. in Begleitung von Hayfisch-Zähnen und Meerschalthieren; zu Baltringen unweit Biberach Reste von Wallross, Delphin, Manati, mit Pferd-, Hirsch- und Rhinoceros-Resten, also Meer- mit Landsäugethieren.

Als ein Muschel-Conglomerat, welches Gerölle enthält und alle Kennzeichen eines Ufergebildes an sich trägt, worin die Schalthiergeschlechter Cerithium, Turritella, Conus, Voluta, Natica, Nerita, Chama, Pecten, Cardium, Ostrea, Arca, Patella u. m. a. in mehrentheils zerbrochenem oder stark abgeriebenem Zustande vorkommen, zieht die Muschel-Molasse vom Klettgau, unterhalb Schaffhausen, am Rande her ins Hegau, auf der Höhe und am südlichen Abfall der Juraberge weiter ins Donauthal und tritt bis Ulm in vereinzelten Ablagerungen auf.

Die Braunkohlen-Lager der Molasse sind an vielen Stellen so beträchtlich, dass sie mit Vortheil abgebaut werden können, wie bei Käpfnach, Elgg, St. Saphorin u. s. w. in der Schweiz, am Peissenberg, am Tegernsee, bei Miesbach u. s. w. in Baiern. Sie sind von Thon und bituminösem Süsswassermergel oder Kalkstein begleitet, den man auch, seines widrigen Geruchs wegen, den er beim Reiben entwickelt, Stinkstein nennt. Es liegen gewöhnlich die Geschlechter Planorbis, Lymnea, Unio und Cyclas und an mehrern Orten auch Pflanzenreste darin.

Ausgezeichnet und sehr bekannt ist der in der obern Abtheilung der Molasse liegende Stinkkalk von Oeningen, unfern Constanz, eine ausserordentlich reiche Fundstätte von Pflanzen und Fischen. — Der grössere Theil der Pflanzen besteht aus Dicotyledonen und gehört solchen Geschlechtern an, die noch jetzt in der Umgegend wachsen. Aber die Gattungen sind von diesen verschieden und stimmen mehr mit solchen überein, welche jetzt in Nordamerika leben, so wie auch mit einigen südeuropäischen. Mehrere Geschlechter sind der jetzigen Flora Europas fremd, namentlich Taxodium, Liquidambar, Gleditschia; auch das Geschlecht Diospyros kommt nicht mehr in Deutschland vor. Die mehrsten Oeninger Pflanzenreste bestehen in einzelnen Blättern von Laubhölzern, worunter die von Weiden, Pappeln und Ahorn die häufigsten sind. Seltner sind Blätter von Ulmen, Linden und Nussbaum. Auch vom Faulbeerbaum (Rhamnus), vom Potamogeton, Isoëtes, von Gräsern und Farren kommen Reste vor.

Von Fischen findet sich am häufigsten Leuciscus, ferner Esox, Tinca, Gobio, Cobitis, Rhodeus, Aspius, Anguilla, Cottus, Perca, Lebias (italienisch-arabisches Geschlecht) und Acanthopsis (indisches Geschlecht). — Ausserdem sind zu Oeningen Reptilien, Schildkröten (Emys und Chelydra) und Reste eines Fuchses gefunden, der von dem jetzt lebenden kaum zu unterscheiden ist.

In der Nähe der Alpen erreicht das Molassegebilde eine Höhe von 5000 Fuss, setzt grosse ausgedehnte Gebirgsstöcke und hohe breite Rücken zusammen, die häufig sehr steile Abfälle und tief eingeschnittene Thäler haben. In der Nähe des Jura sind die Molasseberge niedriger; aber auch hier sieht man tief darin eingeschnittene Thäler, viele Querthäler, mit oft sehr steilen Gehängen, wodurch langgezogene, breite Rücken vielfältig unterbrochen sind.

Mit den Pflanzen des Oeninger Stinkkalkes stimmen überein die Pflanzenreste der Braunkohlen-Ablagerungen der Wetterau, Niederhessens, der Gegend von Bonn und im Siebengebirge, am Fichtelgebirge, zu Comothau und Malsch in Böhmen, auf der Insel Iliodroma in Nordgriechenland. Wir kommen bei den vulkanischen Formationen darauf zurück.

In Galizien tritt eine hierher gehörige tertiäre Bildung auf, welche aus folgenden Schichten besteht: Mergelthon mit Steinsalz, Gyps und Schwefel in Begleitung von kalkigem Sandstein; Thon mit Erdöl und Erdpech; Sand, kalkiger Sandstein und sandiger Kalk; Korallenbänke in Wechsellagerung mit Muschelsand, mit untergeordneten Lagern von Süsswasserkalk und Braunkohle. — Die Salz- und Braunkohlen-Führung der galizischen Tertiärformation ist von grossem Interesse, indem die mächtigen Salzmassen der wichtigen Salzwerke von Wieliczka und Bochnia darin liegen. Braunkohlenlager von mehren Fuss Mächtigkeit liegen an vielen Orten in den Sand- und Sandsteinschichten, und in dem durch Podolien ziehenden Theil dieser Bildung kommt auch häufig Gyps in Verbindung mit dem obern Meereskalk vor. Von Podolien zieht sich die Formation durch Volhynien und bis in die Gegend von Moskau fort.

Es finden sich sehr viel isolirte tertiäre Formationen aus süssen Gewässern abgesetzt und die an sehr verschiedenen Punkten in Europa auf sehr verschiedenartigen Gesteinen ruhen; eben so wie wir jetzt kleine, über unsere Festländer und Inseln verbreitete Seen finden, in denen sich Absätze bilden, die von allen gleichzeitigen Meeresschichten gänzlich getrennt sind. Das Alter solcher Gruppen zu bestimmen, ist oft sehr schwierig, da wir nicht immer Gelegenheit haben zu bestimmen, welche Süsswassermuscheln mit gewissen Meeresgattungen gleichzeitig sind.

Ein Beispiel von solch einer vereinzelten Sumpfbildung zeigt der Absatz im obern Arnothal, bei Florenz in Italien, in welcher sich Schalthiere von den Geschlechtern Anodon, Paludina und Neritina finden, die jetzt nicht mehr existirenden Gattungen angehören und mit denen Zähne und Skelette erloschener Gattungen von Bär, Wiesel, Wolf, Fuchs, Hyäne, Bieber, Elephant, Mastodon, Tapir, Pferd, Schwein, Rhinoceros, Nilpferd, Hirsch, Ochs, Büffel und anderer Quadrupeden vorkommen. Einige von diesen Thieren stimmen specifisch mit Resten überein, die an andern Orten in entschiedenen Miocen-Bildungen gefunden worden sind.

19. OBERE TERTIÄR-FORMATION.

Syn. Obere Tertiärschichten; Subapenninen-Formation; *Terrains tertiaires supérieurs*, franz.; *Newer and older Pliocene Formations*, *Lyell.*

Diese Formation besteht aus Meeres- und Süsswassergebilden, Sand und alten Geschiebeablagerungen. Man unterscheidet eine ältere und eine neuere Abtheilung.

Zu der ältern gehört zuvörderst der Crag von Norwich. Wir sahen bereits weiter oben, dass in Norfolk und Suffolk in England eine sehr interessante tertiäre Bildung auftrete, von welcher der rothe und der Korallen-Crag der mittlern Tertiär- oder Miocen-Formation angehört, wogegen die neuern Schichten in der Nachbarschaft von Norwich und Southwood zu der obern Tertiär- oder Pliocen-Formation gezählt werden müssen. Sie bestehen aus Sand und Lehm von etwa

40 Fuss Mächtigkeit, welche auf Kreide ruhen und die offenbar an einer frühern Flussmündung abgesetzt wurden. Es finden sich in dieser theils von einem Fluss, theils von dem Meere bewirkten Bildung ungefähr 20 Gattungen von Land- und Süsswasser- und etwa 90 Gattungen von Meeres-Muscheln, unter denen etwa 60 Procent jetzt lebenden angehören. Unter den gewöhnlicher vorkommenden erloschenen Geschlechtern befinden sich Nucula und Tellina. Die Echinodermen und Fische dieser Ablagerung haben bis jetzt noch nicht mit lebenden Gattungen identificirt werden können. Häufig finden sich mit den Schalthieren Säugethierreste, wie Mastodon, Elephant, Pferd, Schwein, Hirsch und die Feldmaus. Auch hat man Schichten mit denselben Muscheln wie die obigen zu Brislington in Yorkshire gefunden.

Die Meeresbildung dieser ältern Pliocen-Formation ist am mächtigsten und bezeichnendsten in Italien entwickelt, wo sie längs der ganzen Apenninenkette, von Asti in Piemont bis Monteleone in Calabrien, in einer zusammenhängenden Reihe von Hügeln, welche man die subapenninischen nennt, auftritt, und fast bis zu den grössten Höhen der Gebirgskette hinaufreicht. Sie besteht aus einem gelben, etwas thonigen Sand, voll Meeresschalthieren, unter welchem in gleichartiger Lagerung ein blauer thoniger Mergel liegt, der ebenfalls sehr viele Meer-Conchylien enthält, und zu unterst endlich liegt ein sandiger Mergel mit einzelnen Nagelfluh-Schichten.

Man hat in diesen Gebilden Reste grosser Säugethiere, Elephanten, Rhinocerosse, Delphine, und auf deren Knochen bisweilen Austern und Balanen wohlerhalten aufsitzend gefunden, welches unwiderleglich zeigt, dass diese Thiere zu einer Zeit allda begraben wurden, als das Meer über diesem Boden stand. Bei Castel-Arguato, einer reichen Conchylien-Fundstätte, wurde ein Wallfisch-Skelett gefunden. Die Muschelreste sind sehr zahlreich; man hat mehr als 700 Gattungen gefunden, von denen etwas über 40 Procent lebenden Gattungen angehören, die theils noch in den europäischen, theils in den wärmern atlantischen, rothen und indischen Meeren wohnen. Am häufigsten kommen Turbo, Trochus, Solarium, Tornatella, Pleurotoma, Fusus, Buccinum, Mitra,

Cassidaria, Cytherea vor. Die Schalen sind im Allgemeinen sehr gut erhalten und zeigen mitunter noch blasse Farben und Perlmutterglanz.

Zu den hauptsächlichsten Leitmuscheln gehören die nachstehend eingedruckten:





Fig. 95. Nucula Cobboldiae. *Fig.* 96. Tellina obliqua.

Die Süsswasserbildungen der Subapenninen, durch Lymneen und Planorben bezeichnet, schliessen dieselben Säugethierreste ein, die in der meerischen Ablagerung vorkommen, und müssen daher als gleichzeitig betrachtet werden. Ohne Zweifel gehören zu dieser Formation noch manche Süsswasserbildungen, welche durch den Einschluss von Lymnea, Planorbis, Paludina] und von Landschnecken, namentlich von Helix-Gattungen, bezeichnet sind.

Die sieben Hügel Roms bestehen zum Theil aus tertiären Meeresschichten, wie z. B. die am Monte Mario, welche der ältern Pliocen-Periode angehören und zum Theil aus darauf liegendem vulkanischen Tuff und auf dem Gipfel aus Fluss- oder Sumpfgebilden. Eben so findet man am Aventinischen und Capitolinischen Hügel Lager von Kalktuff mit inkrustirtem Schilf und mit Landmuscheln lebender Gattungen, 200 Fuss hoch über der Alluvialebene der Tiber. Man hat in dieser Formation auch einen Mammuthzahn gefunden, allein die Muscheln scheinen sämmtlich lebenden Gattungen anzugehören und müssen eingeschlossen worden sein, als der Gipfel des Capitols ein Sumpf war und einen der niedrigsten Punkte der Gegend bildete. Es ist nicht ohne Interesse, dass wir hier ein so neues geologisches Ereigniss, welches einem sehr alten historischen, nämlich der Erbauung Roms, vorangeht, beobachten können.

Die neuere Pliocen-Formation ist auf Sicilien sehr mächtig entwickelt; sie bedeckt fast die halbe Insel und in

ihrem mittleren Theile bei Castrogiovanni erreicht sie eine Höhe von 3000 Fuss. Sie besteht hauptsächlich aus zwei Abtheilungen, von denen die untere thonig und die obere kalkig ist, welche man beide bei Syrakus, Girgenti und Castrogiovanni beobachten kann.

Zu Palermo hat man sehr viel verschiedene Muscheln in dieser Formation gefunden, von denen ungefähr ein Fünftel von den jetzt im Mittelmeere lebenden verschieden ist. Unter diesen sind Buccinum, Pleurotoma, Fusus und Mitra, welche auf Sicilien und in den ältern subapenninischen Schichten gemeinschaftlich vorkommen.

Wenn wir nun annehmen können, dass zwischen 80 und 90 Procent der sicilianischen fossilen Muscheln lebenden Spezies angehören, so wird dies alle Diejenigen in Erstaunen setzen, die im nördlichen Europa gewohnt sind, dass die neueren Absätze eine unbedeutende Mächtigkeit erreichen und dass sie fast immer weich und unzusammenhängend sind.

Die neuern Pliocen-Gesteine Siciliens ruhen unmittelbar und gleichförmig auf Mergel und Thon, welche wegen ihrer bedeutenden Salz- und Schwefelführung berühmt sind, die auch Gypsmassen enthalten und im Alter mit der Kreide fast übereinstimmen.

Zu unterst liegen Thon und blauer Mergel, denen der subapenninischen Hügel gleich, Muscheln und Korallen in wohl erhaltenem Zustande umschliessend, und der Thon zuweilen mit gelbem Sande wechselnd. Darauf liegen Sandstein und Conglomerat und nach oben zu gehen diese in ein kalkiges Gestein über, welches das obere Glied der Formation bildet. An einigen Orten ist es gelblich weiss, wie der Pariser Grobkalk, an andern fast so dicht wie Marmor. Die Mächtigkeit dieses Kalks beträgt 700 bis 800 Fuss. Gewöhnlich kommt er in regelmässigen horizontalen Lagern vor, hin und wieder mit tief eingeschnittenen Thälern, wie die von Pentalica und Sortino, in denen zahlreiche Höhlen vorhanden sind. Die Versteinerungen finden sich von jedem Grade der Erhaltung, von Muscheln, die Theile thierischer Materie und Farbe zeigen, bis zu andern, die als blosse Abdrücke erscheinen.

Südlich von der Ebene von Catania liegt eine Gegend, in welcher die tertiären Gebilde im Gemenge mit vulkanischen vorkommen, welche letztern grösstentheils die Produkte untermeerischer Ausbrüche sind. Es scheint, dass während sich Thon, Sand und gelber Kalkstein auf dem Meeresboden absetzten, unterhalb der Gewässer Vulkane hervorbrachen und dass sich solche Erscheinungen zu verschiedenen Zeiten wiederholt haben. Es fielen vulkanischer Sand und Asche nieder und wurden durch die Wogen und Strömungen ausgebreitet, so dass sie zwischen den Kalkstein- und Thonlagern mit Meermuscheln Tuffschichten bildeten. Die ganze Mächtigkeit dieser Masse beträgt mehr als 2000 Fuss. An manchen Stellen ist in Spalten Lava emporgedrungen und bildet Gänge, wie wir bei den vulkanischen Formationen näher sehen werden.

An manchen Punkten, z. B. bei Lentini kommt ein Conglomerat vor, in welchem man vulkanische, mit Serpulae bedeckte Gesteine findet. Bei der Stadt Vizzini beobachtet man eine 20 Fuss mächtige Austerbank auf einem Strom basaltischer Lava und auf jener, deren Schalen mit den jetzt essbaren Austern gänzlich übereinstimmen, liegt eine zweite Lavamasse mit Tuff oder Peperino. Mitten in diesen wechsellagernden feurigen und wässerigen Formationen findet sich bei Galieri, nicht weit von Vizzini, ein horizontales, etwa 1½ Fuss mächtiges Lager, welches gänzlich aus der gewöhnlichen Koralle des Mittelmeeres (Caryophyllia cespitosa) besteht. Dieselben stehen aufrecht, so wie sie wuchsen und nachdem man sie mehre hundert Ellen verfolgt hat, treten sie am entgegengesetzten Thalabhange in correspondirender Höhe wieder auf.

Unter den in den tertiären Schichten Siciliens gefundenen Muscheln, die noch in dem Mittelmeere lebend vorkommen, sind Turbo rugosus, Tornatella fasciata, besonders aber Pecten Jacobaeus, oder die grosse Kammmuschel, besonders häufig.

Jemehr man die vorherrschende Anzahl dieser neuen Muscheln betrachtet, um so mehr erstaunt man über die grosse Mächtigkeit, Festigkeit und die Höhe der Gesteine, in welche dieselben eingeschlossen sind, so wie auch über die ungeheure

geographische Veränderung, die seit ihrer Entstehung stattgefunden hat und dass dennoch Beweise vorhanden sind, wie die Lage von Gebäuden, die von den ersten griechischen Kolonisten herrühren, durchaus dieselbe geblieben ist.

Das in geologischer Hinsicht so geringe Alter der Gesteine jener Gegend führt zu einer andern eben so eigenthümlichen als unerwarteten Folgerung, nämlich dass die Fauna und Flora von einem grossen Theil Siciliens älter sind, als das Land selbst, dass sie nicht allein lebten, ehe das Land aus der Tiefe emporstieg, sondern selbst ehe die Materialien, aus denen es besteht, unter dem Wasser zusammengebracht wurden. Der grössere Theil der Insel wurde nämlich seit der Zeit aus dem Meeresboden in trocknes Land verwandelt, als das Mittelmeer von fast alle den jetzt lebenden Gattungen von Schalthieren und Zoophyten bevölkert war. Wir dürfen daher auch annehmen, dass, ehe dies Land aus dem Wasser emporstieg, dieselben Land- und Flussmuscheln und fast alle dieselben Thiere und Pflanzen, die jetzt Sicilien beleben, bereits existirten; denn die Fauna und Flora der Insel sind genau dieselben, wie die anderer Länder, welche das mittelländische Meer begrenzen.

An verschiedenen Punkten im Themsethal, wie zu Brentford, Ilford, Grays und Frith, kommt eine Süsswasserbildung vor, die aus horizontalen Schichten von Lehm, Sand und Grus, zusammen 20 bis 60 Fuss mächtig, bestehen. Mehr als 40 Land- und Süsswasser-Gattungen aus diesen und aus ähnlichen Lagen an den Ufern des Stour und des Medway scheinen mit jetzt in England lebenden Gattungen übereinzustimmen; wogegen drei, Paludina marginata, Unio littoralis, welche jetzt in der Loire lebt und Cyrena trigonula, welche gar nicht mehr in Europa vorkommt, davon ausgenommen werden müssen.

Eben so findet man in diesen Süsswasserschichten Knochen sowohl von gras- als von fleischfressenden Thieren. Elephant oder Mammuth sind besonders häufig, weniger Ochs, Hirsch und Pferd; eine erloschene Gattung von Rhinoceros und Hippopotamus ist auch vorgekommen, und noch seltner zeigt sich Bär, Hyäne und Tiger.

Der angehende Geolog hat hier ein gutes Beispiel von der Art und Weise, wie die Versteinerungen der neuern Formationen, wenn man sie abwärts verfolgt, zuerst von dem neuen Typus abzuweichen beginnen. Man findet eine geringe Einmengung von exotischen Gattungen, und der Naturforscher hegt einigen Zweifel wegen der vollkommenen Uebereinstimmung von einer oder von zwei Versteinerungen mit lebenden Gattungen. Zu gleicher Zeit erscheinen die Säugethiere zum Theil erloschen, zum Theil übereinstimmend mit den in dem Lande lebenden. — Eben so fand man zu Bahia Blanca in Südamerika, unter 39° s. Br., an der nördlichen Grenze von Patagonien, fossile Reste erloschener Thiere, als Megatherium, Megalonyx, Toxodon und andere mit Meermuscheln, fast sämmtlich Gattungen angehörig, die noch in dem benachbarten Meere leben.

Viele geologische Beweise sprechen dafür, dass die Lebensdauer der Schalthiergattungen die der Säugethiere übertrifft, indem die letztern wahrscheinlich eine geringere Fähigkeit besitzen, solche Wechsel des Klimas und anderer äusserer Umstände zu ertragen, welche im Verlauf der Jahrhunderte an der Erdoberfläche stattfanden.

Die obigen Bemerkungen zeigen, dass die Süsswasserbildungen des Themsebeckens, wenn sie auch nicht der jüngern Pliocen-Formation, oder der folgenden Gruppe bestimmt angehören, doch ein gutes Beispiel von dem Uebergange einer Formation zur andern geben, welche ihrerseits nach und nach sich der geschichtlichen Zeit, oder denjenigen Bildungen nähern, die unter den Augen der Menschen vor sich gegangen sind.

Der Boden und der Untergrund der Insel Madeira giebt uns ein gutes Beispiel von einer fossilen Fauna, die etwas von der jetzt lebenden abweicht, indem man in dem Boden auf eine bedeutende Tiefe Landmuscheln findet, von denen ein Sechstel erloschenen Gattungen angehört, während die übrigen mit auf der Insel lebenden Gattungen übereinstimmen. An einem Punkt sind diese Schichten mit einer Masse vulkanischen Tuffs bedeckt.

KNOCHEN-BRECCIEN UND ABSÄTZE IN HÖHLEN, DIE DER OBERN TERTIÄR-FORMATION ANGEHÖREN.

Wenn wir weiter unten von den Entblössungen reden, so werden wir zeigen, dass am Fuss alter Meeresgestade nicht selten Höhlen vorkommen, die mit Meeres-Breccien gefüllt sind und dass die in denselben eingeschlossenen Muscheln identisch mit den im benachbarten Meere lebenden sind, wogegen andere darin vorkommende Thierreste erloschenen Gattungen angehören.

Wir bemerkten schon, dass der tertiäre Kalk auf Sicilien hin und wieder viele Höhlen enthalte. Man wird leicht einsehen, dass alle Quadrupeden, von denen Reste in dem Tropfstein der Höhlen eingeschlossen sind, dem Ende der tertiären, wenn nicht gar einer noch spätern Epoche angehören müssen. Jedoch wird es hier die zweckmässigste Stelle sein, einige Bemerkungen über Höhlen und ihre Einschlüsse zu machen.

Höhlen im festen Gestein, besonders in geschichteten Kalksteinformationen, erscheinen als buchtige, unterirdische Ausweitungen. Sie zeigen häufig eine grosse Erstreckung, bieten zahlreiche Erweiterungen und Verengerungen dar, und grosse Hallen sind oft durch enge Oeffnungen und Kanäle mit einander verbunden. Die niemals parallelen Wände sind gewöhnlich mit Tropfsteinen oder Stalaktiten der verschiedenartigsten Gestaltung ausgeschmückt, öfters sehen sie aus wie abgerieben, oder wie von einer corrodirenden Flüssigkeit angefressen. Das Innere dieser Höhlen ist mehr oder weniger mit fremdartigen Massen, mit feinem Lehm oder Thon, mit Geröllen und Blöcken, die der Gegend fremd sind, oder mit Bruchstücken von dem Gestein, in welchem die Höhle liegt, ausgefüllt. In dieser Masse liegen häufig viele Knochen von Raubthieren und Grasfressern, so dass sie häufig der Breccie sehr ähnlich ist, welche offene Spalten ausfüllt.

Höhlen dieser Art finden sich in den verschiedenartigsten Kalkformationen, von dem ältesten bis zum neuesten, wie wir im Verlauf des Werks sahen. Bald befinden sie sich in der Nähe der Berggipfel oder der Plateaux und haben hier ihre Zugänge, bald ziehen sie sich von den Abhängen oder vom

Fuss der Berge ins Innere und haben in diesem Fall ihre Oeffnungen an der Thalseite. Diese sind bald weit und gross, bald klein und hin und wieder so enge, dass man sie erweitern muss, um ins Innere zu gelangen. Oefters sind die Eingänge durch eingebrochene Stücke des anstehenden Gesteins verstürzt.

Der Boden der Höhlen ist gewöhnlich uneben, höckerig, namentlich durch Massen von Kalksinter oder Tropfstein, die von oben herab gesintert sind, und öfters eine dicke Rinde über der thonigen Lage bilden, worin die Knochen liegen. Diese Sinterbildung dauert noch fort und lässt sich auf folgende Weise erklären. Der die Kalksteinbildungen, in denen die Höhlen vorkommen, bedeckende Boden ist gewöhnlich fruchtbar, und es verfaulen in ihm viel vegetabilische Stoffe. Wirken nun auf diesen Humus Feuchtigkeit und Luft ein, so entwickelt sich Kohlensäure, die von dem Regen aufgelöst wird. Das auf diese Weise kohlensäurehaltige Regenwasser durchdringt den porösen Kalkstein, löst einen Theil davon auf und wenn darauf in den Höhlen die überschüssige Kohlensäure verdunstet, so trennt sich das Wasser von dem Kalk und es entstehen die Stalaktiten.

Die unter der Sinterkruste in Thon und Schlamm liegenden Thierknochen gehören zum grössten Theil Bären- und Hyänen-Gattungen an. Die am gewöhnlichsten vorkommenden Knochen sind die des Höhlenbären (Ursus spelaeus) und der Höhlenhyäne (H. spelaea), und die Reste anderer Thiere stehen nur im geringen Verhältniss zu diesen und es haben bald die Bären- bald die Hyänenknochen die Oberhand.

Von den deutschen Höhlen erwähnen wir zuvörderst die Baumanns- und die Bielshöhle bei Rübeland am Harz, im Grauwackenkalkstein. Erstere hat 7 durch enge Kanäle mit einander verbundene Kammern und enthält besonders Bärenknochen, die theils im zerbrochenen Zustande und mit Rollsteinen untermengt, theils wohl erhalten, von Schlamm und Sand umgeben, an den tiefern Punkten liegen. Diese Höhle mag einst von Bären bewohnt gewesen sein. Die Gewalt, welche die Rollsteine bewegte und in dieselbe führte, kann einen Theil der Knochen zerbrochen haben. — Die Einhorns-

höhle bei Scharzfeld am südlichen Abhange des Harzes liegt im Zechstein und enthält Bären-, Hyänen-, Tiger- und Löwen-Knochen.

Besonders interessant wegen seiner Knochenhöhlen ist der fränkische Jura, in der Gegend von Gailenreuth und Muggendorf, indem in dem kleinen Wiesentthale und in der nahen Umgegend 24 Höhlen in dem Dolomit dieser Formation liegen, von denen viele Knochen enthalten. Am bekanntesten und reichhaltigsten an Bärenknochen ist die Gailenreuther Höhle. Die Knochen liegen theils in einer lockern Erde, theils in einer harten Masse von Kalksinter und sind bereits in solcher Menge aus ihr hervorgezogen worden, dass ihre Zahl den Skeletten von 1000 Thieren entspricht. Von diesen gehören etwa 800 den Höhlen- und 70 zwei andern ausgestorbenen Bären-Gattungen an; auf den Wolf, Löwen und Vielfrass kommen 130 und auf die Hyänen 25 Individuen. Die Knochen sind wohl erhalten, nicht abgerieben, obgleich gerollte Kalksteine und Kiesel dazwischen liegen, welche ohne Zweifel durch eine Wasserfluth hereingetrieben worden sind. Man darf annehmen, dass der grösste Theil der Thiere als Leichen durch eine Fluth mit den Geröllen in die Höhle getrieben worden ist. — Die Kühloch-Höhle zeichnet sich dadurch aus, dass sie weder Lehm noch Gerölle, sondern eine lockere, mit thierischer Materie durchdrungene Erde enthält, worin Knochen von Hyänen, Bären, Löwen, vom Fuchs und Rhinoceros liegen. Dies scheint anzudeuten, dass die Raubthiere in der Höhle gelebt und ihre Beute hineingeschleppt haben.

Merkwürdige Höhlen befinden sich ferner im Berg- oder Kohlenkalkstein in Westphalen. Die Sundwiger-Höhle bei Iserlohn enthält eine überwiegende Menge von Bärenknochen, die drei verschiedenen Gattungen angehören, und welche die mannigfaltigsten wieder ausgeheilten Verletzungen zeigen, was wohl davon herrühren kann, dass diese Thiere während ihres Lebens harte Kämpfe zu bestehen hatten. Ueberdies befinden sich in dieser Höhle Knochen von dreierlei Hirschen, von Schweinen, vom Vielfrass und Rhinoceros. Von den Knochen der Pflanzenfresser sind viele angenagt und engere

Durchgangsstellen der Höhle zeigen abgeriebene Seitenwände. Daraus lässt sich folgern, dass die Bären diese Höhle längere Zeit bewohnt und die übrigen Thiere als Beute hineingeschafft haben. — Die Hohlersteiner Höhle zeichnet sich vor allen andern deutschen Höhlen dadurch aus, dass sie weit mehr Hyänen- als Bärenknochen enthält. Ueberdies findet man in ihr Knochen vom Hirsch, Pferd, Vielfrass und Rhinoceros.

Von den 30 bis jetzt genauer untersuchten Höhlen im schwäbischen Jura hat man erst in einer, der erst neuerlich entdeckten Carlshöhle bei Erpfingen, Bären- und Vielfrass-Knochen gefunden.

Unter den Höhlen Englands hat die erst 1821 entdeckte von Kirkdale im östlichen Yorkshire ein besonderes Interesse. Sie ist im Ganzen nur 245 Fuss lang und so niedrig, dass ein Mensch nur an wenigen Stellen darin aufrecht stehen kann. Der Boden dieser bei ihrer ersten wissenschaftlichen Untersuchung noch völlig unberührte Höhle war mit thonigem Schlamm bedeckt, der eine beinahe ganz ebene Lage bildete, und nur da, wo sich Tropfstein darauf abgesetzt hatte, höckerig war. In diesem Schlamm, der kalkig und, von dem Eingange weiter entfernt, gröber und sandig ist, liegen die Knochen unregelmässig zerstreut. Hyänenknochen herrschen sehr vor; ausserdem fand man aber Knochen vom Tiger, Bär, Wolf, Fuchs, Wiesel, Ochs, Pferd, Reh, Hippopotamus, Rhinoceros, Elephant, Hase, Kaninchen, Ratte, Wasserratte, Maus und einige Vögelknochen, wie vom Raben, Taube und Ente. Viele von den Knochen sind zerbrochen und angenagt, selbst die Hyänenknochen. Gerade so findet man es auch in den Schlupfwinkeln dieser herdenweise beisammen lebenden und mit einander jagenden Raubthiere, welche nicht nur die Beute und verschiedene Cadaver in ihre Höhle schleppen und dort verzehren, sondern selbst auch die Cadaver ihrer eigenen Gattung fressen. Wir können daher annehmen, dass die Kirkdale-Höhle lange von Hyänen bewohnt war, worüber das häufige Vorkommen ihrer Excremente jeden Zweifel hebt. Die hereinbrechende Fluth hat sie mit den Resten der andern Thiere im Schlamm begraben.

In Frankreich und Belgien hat man in den letztern Jahren eine grosse Anzahl von Knochenhöhlen gefunden. Unter diesen macht sich die von Argou im Pyrenäen-Depart. dadurch bemerklich, dass sie nur Knochen von Grasfressern enthält. Es sind diese vielfältig zerbrochen und, mit Kalk- und Kieselgeschieben untermengt, in einem Lehm eingebettet, in welchem man sie auch ausserhalb der Höhle, in Begleitung von Geröllen findet. Man sieht also, dass die Knochen durch Wasser in diese Höhle hineingetrieben worden sein müssen. — In den Höhlen von Pondres und Sauvignarques im Gard-Dep. im südl. Frankreich findet man unter den Knochen vorweltlicher Hyänen und Bären, bei denen auch Excremente liegen, Knochen von Ochsen, Schweinen, Hirschen, Vögeln und auch solche von Menschen nebst Bruchstücken von Töpferwaaren. Bei genauerer Untersuchung der Verhältnisse, unter denen die Menschenknochen mit den Knochen vorweltlicher Thiere vorkommen, stellt es sich aber heraus, dass sie nicht von vorweltlichen, sondern von solchen Menschen herrühren, welche später in die Höhlen gekommen sind. In der frühesten Zeit waren diese Höhlen ohne Zweifel von Raubthieren bewohnt, später, zur Zeit der ersten geringen Civilisation unseres Geschlechts, von Menschen. Auch ist bekannt, dass die Höhlen häufig als Begräbnissplätze benutzt worden sind. — Auch in den Höhlen der Umgegend von Lüttich in Belgien hat man Menschenknochen unter ähnlichen Verhältnissen gefunden. Jedoch kennen wir keine einzige Thatsache, welche bestimmt darauf hindeutete, dass Menschen schon zu den Perioden gelebt hätten, die der tertiären unmittelbar folgen.

Erwägen wir nun, unter welchen Verhältnissen Thierknochen in den angeführten Höhlen angetroffen werden, so stellt sich heraus, dass sie in dieselben auf eine sehr verschiedene Weise gekommen sind; einmal, indem vorweltliche Raubthiere darin gelebt, ihre Beute in dieselben geschleppt haben und endlich mit den Knochen der Thiere, die sie verzehrten, dort begraben wurden; oder indem Thiere darin starben, welche bei herannahendem Tode sich hinein begaben, oder endlich, indem

Thierreste durch die Wirkung des Wassers in dieselben geführt worden sind.

Auch in Spalten findet man Thierknochen von Individuen, die in dieselben hineingefallen sind, oder welche durch Wasser nebst Alluvial-Materialien und Geröllen hineingeführt und durch stalagmitische Infiltrationen zu einer Knochenbreccie verbunden wurden. — Zuweilen findet man eine lange Reihe von Höhlungen, die durch enge und unregelmässige Kanäle mit einander verbunden sind und als die unterirdischen Kanäle von Flüssen und Bächen gedient haben mögen. Auf Morea führen manche Flüsschen auf diese Weise Knochen, Geschiebe und Schlamm in Höhlungen dieser Art. — Als bemerkenswerth verdient noch gesagt zu werden, dass in Europa die in den Höhlen gefundenen Säugethierreste ausschliesslich der jüngsten tertiären oder der darauf folgenden neuen, nie aber einer ältern tertiären Periode angehören und dass, wenn sie von Land- oder Flussmuscheln begleitet sind, diese grösstentheils oder ganz mit lebenden Gattungen übereinstimmen.

Knochenbreccien finden sich auf allen Theilen der Erdoberfläche; so stimmen die neuerlich in den Spalten und Höhlen Australiens gefundenen genau mit denen überein, welche so häufig an den Ufern des Mittelländischen Meeres vorkommen und ein rothes ocheriges Bindemittel haben. — Einige von diesen australischen Höhlen, im Wellington-Thon etwa 50 Meilen westlich von Sidney, sind neuerlich untersucht worden. Sie sind oft weitläuftig und sehr verzweigt und an der Decke und an dem Boden mit Tropfstein überzogen. Die Knochen sind oft zerbrochen, jedoch nicht abgerieben; sie sind gewöhnlich von Breccie und selten nur von loser Erde umschlossen. — Die am häufigsten vorkommenden Knochen gehören dem Känguruh an, von dem 4 Gattungen gefunden sind; ausserdem fanden sich Knochen von den Geschlechtern Hypsiprymnus, Phalangista, Phascolomys, Dasyurus, so wie von einem dem Beutelthier nahestehenden Thier. Viele von den Knochen sind weit grösser als die von den jetzt lebenden Individuen.

VII. DIE GRUPPE DER POST-TERTIÄREN BILDUNGEN.

20. DIE GESCHIEBE-FORMATION.

Syn. Diluvium; altes Alluvium; *Post-Pliocene formations*; *Lyell.*

In dem nördlichen Europa findet sich ein altes Alluvium, dem wir sehr zweckmässig den Namen der „Geschiebe-Formation" ertheilen und deren eigenthümliche Charaktere und wahrscheinliches Alter wir nun betrachten müssen. Zuvörderst wollen wir ganz kurz denjenigen Theil derselben beschreiben, welcher sich von Finnland und von den skandinavischen Gebirgen nach dem nördlichen Russland und bis zu den niedrigen, das Baltische Meer umgebenden Gegenden ausdehnt, ja welcher südwärts bis zu der Ostküste von England verfolgt worden ist. Diese Formation besteht aus Schlamm, Sand und Thon, ist zuweilen geschichtet, oft aber auch bis auf eine Tiefe von mehr als 100 Fuss jeder Schichtung beraubt. Im Allgemeinen enthält sie zahlreiche, sowohl scharfkantige als auch abgerundete Felsbruchstücke, sogen. erratische, d. h. fremde Blöcke, Findlinge, die den Formationen jeden Alters, sowohl den versteinerungsführenden, als auch den vulkanischen und hypogenen entlehnt, und die oft von sehr entfernten Punkten herbeigeführt worden sind. Einige von den gewanderten Gesteinblöcken haben eine ungeheure Grösse und im Allgemeinen dürfen wir annehmen, dass ihre Grösse zunimmt, jemehr wir nach Norden vorschreiten. Der ungeschichtete Theil der Formation enthält fast überall keine Versteinerungen, ausser denen, die von ältern Formationen hineingespült worden sind, so dass wir die Bestimmung seines Alters hauptsächlich von seiner relativen Stellung zu entnehmen hoffen dürfen.

Obgleich ein grosser Theil der Geschiebeablagerung aus Bruchstücken besteht, die aus der Entfernung herbeigeführt worden sind und die oft mehre Hundert Meilen gemacht haben, so besteht doch die Hauptmasse in jeder Gegend aus den Bruchstücken unten liegender oder benachbarter Gesteine; so dass sie in einer Gegend, wo rother Sandstein ansteht, roth, in

der Umgegend von Kreidelagern weiss und in der Nähe von Steinkohlengebirgen schwarz sind.

Nördlicher Ursprung der erratischen Blöcke. — Dass die Geschiebe des nördlichen Europa südwärts geführt worden sind, darf nicht bezweifelt werden. Die Granitgeschiebe z. B., welche über weite Gegenden von Russland und Polen verbreitet sind, zeigen ganz und gar den Charakter der Felsarten in den Gebirgen Lapplands und Finnlands; während die Gneis-, Syenit-, Porphyr-, und Trapp-Massen, die über die Sandgegenden Pommerns, Holsteins, Dänemarks, der Marken, Hannovers und Braunschweigs bis zu dem Harze zerstreut liegen, in ihren mineralogischen Kennzeichen mit denen der norwegischen und schwedischen Gebirge übereinstimmen.

In Russland nimmt man es als allgemeine Regel an, dass die kleinern Geschiebe auf eine grössere Entfernung von ihren Lagerstätten fortgeführt worden sind, als die grössern. Sie liegen zuweilen 200 und selbst 300 deutsche Meilen von den nächsten Felsmassen entfernt, von denen sie entlehnt sein können. Die Richtung, in der sie fortgeführt worden, läuft von N. W. nach S. O., oder von den skandinavischen Gebirgen über das Meer und die niedrigen Landstrecken nach Südosten.

Hat man sich nun überzeugt, dass die Hauptrichtung der zusammenhängenden Strömung der Blöcke von Skandinavien nach südlichern Breiten führt und hat man sie von Dänemark über die Elbe und durch Westphalen bis nach Holland verfolgt, so wird man nicht überrascht sein, wenn man sie an der Ostküste Englands, zwischen Tweed und Themse, wiederfindet, indem diese Gegenden nicht halb so entfernt von manchen Theilen Norwegens sind, als viele von den russischen erratischen Blöcken von ihren Lagerstätten entfernt vorkommen. Dass die Anhäufung dieser Geschiebe in dieser Gegend gänzlich oder grösstentheils während der postpliocenischen Periode stattfand, wird dadurch bewiesen, dass sie an manchen Punkten Schichten aufgelagert sind, welche neue Muschelgattungen enthalten. So besteht die flache Gegend zwischen St. Petersburg und Archangel in Russland, auf einer Strecke von etwa 150 Meilen, aus horizontalen Schichten, voll von Muscheln,

so wie sie jetzt das Eismeer bewohnen und auf ihnen liegt die Geschiebe-Formation mit grossen erratischen Blöcken.

In der unmittelbaren Nachbarschaft von Upsala in Schweden findet man eine Höhe von Sand- und Grus-Schichten und in deren Mitte eine Mergellage, die offenbar ursprünglich auf dem Boden der Ostsee, durch den langsamen Wachsthum von Steinbohrern, Strahlmuscheln und andern Meeresschalthieren, vermischt mit einigen Süsswasser-Spezien, gebildet worden sind. Die Meeresmuscheln sind alle von zwerghafter Grösse, gleich denen, welche jetzt die brakigen Gewässer des Baltischen Meeres bewohnen, und der Mergel, in dem Myriaden derselben eingeschlossen vorkommen, ist jetzt mehr als 100 Fuss über dem Spiegel des Bothnischen Meerbusens emporgehoben. Auf dem Gipfel dieser Anhöhe liegen mehre ungeheure erratische Gneisblöcke, grösstentheils nicht abgerundet und von 9 bis 16 Fuss im Durchmesser haltend. Sie müssen seit der Zeit in ihre jetzige Lage gebracht worden sein, dass der benachbarte Meerbusen schon seine eigenthümliche Fauna hatte. Wir haben hier daher den Beweis, dass der Transport von erratischen Blöcken nicht nur dann noch fortdauerte, als das Meer schon von jetzt existirenden Testaceen bewohnt war, sondern als der Norden Europas bereits jenen eigenthümlichen Charakter seiner physikalischen Geographie angenommen hatte, in deren Folge der Bothnische Meerbusen nur ein Viertel von dem Salzgehalt des Oceans enthält. In Dänemark sind auch Muscheln von neuen Spezien in geschichteten Lagern und in genauer Verbindung mit dem Thon der Geschiebeformation vorgekommen.

Dieselbe Vereinigung kommt auch in England vor, wo unsere Bildung sehr gut an den Gestaden von Norfolk, zwischen Happisburgh und Cromer, studirt werden kann. Man findet dort senkrechte, 50 bis 70 Fuss hohe Durchschnitte, auf eine Länge von ungefähr 4 Meilen entblösst. Die Formation besteht hier, so wie überall, grösstentheils aus Thon, Lehm und Sand, zum Theil mit und zum Theil ohne Schichtung. Geschiebe und einige grosse Blöcke von Granit, Porphyr, Grünstein, Lias, Kreide und andern gewanderten Gesteinen kommen hier und da, besonders in den ungeschichteten

Massen vor. An manchen Punkten kommt auch Schutt von weisser Kreide, vermengt mit andern Materien und selbst grosse Bruchstücke von fester Kreide vor. Man hat in dieser Alluvion keine Versteinerungen gefunden, welche ganz positiv auf die Periode ihrer Anhäufung bezogen werden können; allein an einigen Punkten ruht sie auf einer Süsswasserbildung, die neue Muscheln enthält, und an andern kommt sie mit dieser auf solche Weise vor, dass wir zu der Folgerung genöthigt sind, beide wären gleichzeitig abgesetzt. Die eingeschlossenen Muscheln gehören zu den Geschlechtern Planorbis, Limnea, Paludina, Unio, Cyclas und andern, sämmtlich von brittischen Spezien, mit Ausnahme einer kleinen Paludina, die jetzt in Frankreich vorkommt. Alle diese Muscheln werden von Zähnen der Fischgeschlechter Hecht, Bars und Rochen begleitet, jedoch sind die Spezien nicht mit bekannten brittischen oder andern europäischen identisch. Gehören daher alle Muscheln der Süsswasserbildung neuen Spezien an, so muss die mit ihnen vorkommende Geschiebeformation von Norfolk postpliocenisch sein.

Die Reihefolge der Schichten und Massen an der Küste von Ost-Norfolk ist von unten nach oben zu folgende:

1) Kreide;

2) einzelne Stücke von tertiären Meeresbildungen, *Norwich-Crag* genannt, welcher schon weiter oben erwähnt wurde;

3) die bereits erwähnten Süsswasserbildungen und dann die Geschiebe. Unmittelbar über der Kreide, oder über dem Crag, wo dieser vorkommt, tritt hier und da ein begrabener Wald auf, oder eine Schicht, in welcher die Stubben und Wurzeln von Bäumen in ihrer natürlichen Stellung erscheinen, indem die Stämme kurz abgebrochen und nebst ihren Zweigen und Blättern begraben sind. Sehr bemerkenswerth ist es, dass die aufgelagerten Schichten der Geschiebeformation oft grosse Veränderungen an Punkten erlitten haben, an denen das Lager mit den Baumwurzeln und die Kreide, welche im Liegenden vorkommen, ungestört blieben. Eben so finden sich Stellen, an denen der obere Theil der Geschiebeformation sehr gestört ist, während die untern Lagen derselben horizontal geblieben sind. An einigen Stellen findet sich eine anscheinende Biegung

der Schichten um einen in der Mitte befindlichen Kern. Jedoch ist eine solche concentrische Anordnung um einen Kern nur scheinbar, indem sie durch einen Durchschnitt der Schichten in eine convexe Form veranlasst ist; denn das, was der Kern zu sein scheint, ist in Wahrheit weiter nichts als die innerste Lage der Bildung, welche durch die Entfernung der hervorstehenden Theile der äussern Lagen zum Theil sichtbar geworden ist. Die Küste von Norfolk, besonders in der Gegend von Cromer und Sheringham, ist reich an Beispielen von solchen Störungen.

Es entsteht nun die Frage, wie es sich erklären lasse, dass irgend eine Kraft gegen die obern Massen gewirkt haben könne, so dass sie Bewegungen hervorbrachte, an denen die unten liegenden Schichten nicht Theil nahmen. Wir können darauf antworten, dass, wenn wir annehmen, der Sand, Thon und die kleinern und grössern Gerölle unserer Bildung seien durch Eis an ihre jetzigen Lagerstätten geführt, eine Theorie, für die sehr viele Gründe sprechen, so könne der Seitendruck durch Stranden von Eisinseln hervorgebracht worden sein. Wenn solche Massen, wie Beobachtungen in den Polargegenden gezeigt haben, auf dem Grunde treiben, so führen sie grosse Mengen von Geröllen und Geschieben mit sich. Es ist daher wahrscheinlich, dass sie oft grosse Veränderungen bei den Lagerungsverhältnissen biegsamer und unzusammenhängender Schichten, welche den obern Theil der unter dem Wasser liegenden Sandbänke bilden, hervorbringen, während der untere Theil derselben unverändert bleibt.

Entstehung der Sand- und Thon-Bildungen und Wirksamkeit des schwimmenden Eises. — Wenn wir die Beschreibungen der Eisberge, so wie sie uns von den Reisenden in den Polargegenden gegeben werden, betrachten, so dürfen wir annehmen, dass die oben erwähnten Sand- und Thon-Bildungen sammt ihren Geröllen und grossen Blöcken solche Massen gewesen sind, die von schmelzendem Eise auf den Meeresboden niedergefallen sind. So sah Scoresby, der das Polarmeer durchforschte, unter 69 und 70° n. Br. Eisberge umhertreiben, die 100 bis 200 Fuss über dem Meeresspiegel emporstiegen und die wenige Ellen bis eine

drittel deutsche Meile im Umfange massen. Manche dieser schwimmenden Eismassen trugen Schichten von Erde und Steinen von solcher Mächtigkeit, dass das Gewicht derselben 50 bis 100,000 Tonnen betragen musste.

Ein ähnlicher Transport von Felsmassen ist auch in der südlichen Hemisphäre im Fortschreiten begriffen. So sah man 1839 mitten im antarctischen Ocean einen Eisberg, mehre hundert Meilen von jedem bekannten Lande entfernt, sammt einem grossen, fest darin eingefrornen erratischen Block, nordwärts treiben.

Die Art und Weise, wie in Gebirgsgegenden hoher Breiten Gletscher gebildet und wie Schlamm und Stein darauf gelangen, soll weiter unten näher erwähnt werden. Wenn sie das Meer erreichen, so werden grosse Massen abgelöst und schwimmen in der Gestalt von Eisbergen weg. Da nun diese Gletscher, wenn sie das Meer nicht erreichen, an ihrem Ende, wo sie wegschmelzen, einen verworrenen, ungeschichteten Haufen von Schlamm und von Stücken aller Gesteine, die auf ihnen liegen, zurücklassen, so mögen auch ähnliche Massen von dem Schmelzen der Eisberge im ruhigen Wasser erfolgen. Erfolgt aber an gewissen Punkten oder zu gewissen Jahreszeiten die Einwirkung einer Strömung, so werden die Materialien, indem sie niederfallen, sortirt und nach ihrem relativen Gewicht und nach ihrer Grösse geordnet werden. Man findet daher Uebergänge von ungeschichteten Massen zu geschichtetem Thon, Grus und Sand und Einlagerungen der einen oder der andern.

Uebrigens ist es nicht unwahrscheinlich, dass solche ungeschichteten Massen durch das Schmelzen des Eises, welches sich am Eingange von Buchten und Meerbusen angehäuft hat, herrührt, denn wir finden an einigen Küsten der Südpolargegenden unzählige Eisinseln, die durch Winde und Strömungen in Buchten getrieben worden sind, wo sie bewegungslos und grösstentheils Monate oder Jahre lang auf dem Grunde liegen bleiben. Eine von diesen, neuerlich am Enderbys Lande beobachtete Eis-Barre war 2 bis 3 deutsche Meilen lang und es wurden Bruchstücke von sehr verschiedenartigen Felsarten darauf gesammelt. Das theilweise Wegschmelzen solch stehender

Eismassen mochte Veranlassung zu einer Ablagerung gegeben haben, die von jeder andern, durch fliessendes Wasser allein hervorgebrachten, gänzlich verschieden war. Denn die festen Materialien, von denen einige scharfkantig, andere abgerundet sind, und der sie begleitende Schlamm mögen theilweis von benachbarten Ländern und von den Gletschern mancher von einander unabhängiger Wasserbecken, zum Theil endlich auch von manchen sehr entfernten Punkten entlehnt worden sein und brachten daher ein Gemisch von der verschiedenartigsten Beschaffenheit hervor. Von solchem Charakter ist der Geröllthon in mehren der östlichen Grafschaften Englands. Man findet in diesen Massen sehr unregelmässig zerstreut manche scharfeckige und abgerundete Stücke älterer versteinerungsführender Gesteine, älter als die Steinkohle und aus den silurischen und Kohlenformationen, ferner vom Lias, Jura, der Kreide und dem Londonthon, alle mit ihren charakteristischen Versteinerungen, nebst Trapp, Syenit, Glimmerschiefer und andern feurigen und krystallinischen Felsarten.

Obgleich die Versteinerungen der europäischen Tertiärformationen ein früheres wärmeres Klima in denselben Breiten voraussetzen, so fehlen doch am Ende der jüngsten Tertiärformation und am Anfange der darauf folgenden sowohl in Canada als auch in Schottland, auch nicht die Zeichen von der mehr südwärts als jetzt sich erstreckenden Ausdehnung eines Polar-Klimas. Auf die Erscheinungen in Schottland, welche dies beweisen, kommen wir später zurück. Zu Beauport und an einigen andern Punkten bei Quebeck in Kanada hat man Sand- und Thonschichten mit fossilen Muscheln gefunden, die mit den jetzt im Polarmeere lebenden weit mehr übereinstimmen, als mit den im Golf des St. Lorenz-Flusses lebenden. Wie immer in hohen Breiten finden sich sehr viel Individuen, aber wenig Spezies, und was fast eben so charakteristisch für die Polargegenden ist, die Geschlechter sind fast eben so zahlreich, als die Spezies oder Gattungen. Bemerkenswerth ist, dass, obgleich wenige Muscheln auf beiden Seiten des Atlantischen Oceans gemeinschaftlich vorkommen, diese Versteinerungen im Allgemeinen doch specifisch identisch mit den Schichten zu Uddevalla und an andern Orten in Schweden

und Norwegen zwischen dem 58. und 60. Gr. n. Br. sind. Die Canadischen kommen aber unter dem 47. Breitengrade oder auf gleicher Parallele mit dem Ausfluss der Loire in Frankreich vor. Die Amerikanische Formation erreicht an mehren Punkten eine Höhe von 200 bis 300 Fuss über dem Meeresspiegel und enthält in ihren Schichten einzelne grosse Granitblöcke, die nicht durch eine heftige Strömung fortgetrieben worden sein konnten, weil die mit ihnen vorkommenden zerbrechlichen Muscheln alle gut erhalten sind. Sie scheinen daher aus schmelzendem Eis niedergefallen zu sein, auf dieselbe Weise, wie dies noch jährlich im St. Lorenzstrom geschieht. Im Winter, wenn der Wasserstand niedrig ist, häuft sich das lose Eis an den Sandbänken an. Die einzelnen Bruchstücke frieren leicht aneinander, da in jenem Klima die Temperatur zuweilen unter 27½° R. sinkt und Blöcke frieren darin fest, so dass im Frühling, wenn, beim Schmelzen des Schnees, das Wasser des Flusses steigt, die Massen wegschwimmen und damit oft bedeutend grosse Gesteinblöcke mit weggeführt werden.

Auch werden Eisinseln, die sich an sehr nördlichen Gegenden, vielleicht in der Baffinsbai abgelöst haben, in grosser Anzahl, durch Strömungen, jedes Jahr bis nach der Küste von Labrador getrieben und oft sogar durch den Kanal von Belle Isle, zwischen Neufundland und dem Festlande von Amerika hindurchgeführt. Von hier aus gelangen sie zuweilen bis zum Ausfluss des St. Lorenzstroms, zwischen dem 40. und 50. Gr. n. Br. In einem dieser Eisberge sah man Haufen von Blöcken und Geröllen.

In der Ostsee werden, wie man seit langer Zeit weiss, jährlich Steine bewegt, und ganz neuerlich wurden im Finnischen Meerbusen einige grosse Blöcke mehre Ellen weit von ihrem frühern Lagerpunkte fortbewegt. Wenn im Frühling die Eisränder, welche im Winter die Küste der Ostsee umgeben, aufbrechen, so werden die darin eingefrornen grossen und kleinen Steine uud Gerölle mit einzelnen Eismassen weggeführt.

Schon weiter oben wurde bemerkt, dass in Russland und Norddeutschland die erratischen Blöcke in dem Maasse kleiner

werden, je weiter sie von ihrer ursprünglichen Lagerstätte entfernt liegen. Es stimmt diese Erscheinung sehr genau mit der Theorie der, in einem verschieden tiefen Meere schwimmenden, Eisinseln überein; denn die schwerern erratischen Blöcke erfordern zu ihrem Transport grössere Eisinseln und selbst wenn keine Steine darin eingefroren sind, so sind mehr als neun Zehntel der Masse von Treibeis unter dem Wasser. Je grösser daher das Volum des Eisberges war, um so eher musste er auf einem seichtern Theil des Meeres aufstossen, während die kleinern und leichtern Eisflössen, die mit Schlamm und kleinern Geröllen beladen waren, über dieselben Stellen hinweggehen und nach weit entferntern Punkten geführt werden konnten. Uebrigens müssen wir nicht denken, dass die nördlichen Meere zur Zeit des Transports grosser erratischer Blöcke seichter waren, indem dies mit der bedeutenden Höhe, in der einige derselben über ihrem Spiegel gefunden werden, nicht übereinstimmt. Ein 200 bis 300 Fuss hoher Eisberg musste in Gewässern von 100 Fuss Tiefe auf den Grund kommen. Capitain Ross fand in der Baffinsbai einen solchen, der an einer 1500 Fuss tiefen Stelle des Meeres gestrandet war.

Es war lange eine Lieblingsmeinung der Geologen, dass die Geschiebeablagerungen durch eine heftige Fluth, oder durch heftige Bewegungen des Oceans, beide von Norden nach Süden gehend, veranlasst worden seien, indem der Weg der scandinavischen Blöcke nach Russland und Norddeutschland und der der canadischen nach den Vereinigten Staaten bewies, dass sie von höhern nach niedrigern Breiten transportirt worden seien. Ganz augenscheinlich stimmt die oben erwähnte Thatsache mit der ausgesprochenen Theorie, dass schwimmendes Eis das Hauptmittel zum Transport der erratischen Blöcke war, überein, um so mehr, da die vorherrschende Richtung sowohl der Eisberge, als des Küsteneises von den polarischen nach den gemässigten Breiten geht.

Die Allgemeinheit grosser, weit herbeigeführter Gesteinbruchstücke in allen Ländern, welche die Ostsee umgeben, im Vergleich ihrer grossen Seltenheit in den das Mittelländische Meer begrenzenden Gegenden, ist eine andere, diese Ansichten bestätigende Erscheinung. Es muss ferner bemerkt werden,

dass wirkliche erratische Blöcke in den Aequatorialgegenden Asiens, Afrikas und Amerikas fehlen; wogegen, wenn wir den südlichen Wendekreis überschreiten, wir in Chili und Patagonien, zwischen 41° s. Br. und Cap Horn, wiederum eine Geschiebeformation genau mit demselben Charakter wie in Europa treffen.

Erratische Blöcke und Gletscher in den Alpen. — Wir haben bereits gesehen, dass das Eis der Flüsse und das, was an den Küsten entsteht, sehr wirksame Transportmittel sind. Die grössern Eisinseln aber, die sich 200 bis 300 Fuss über den Meeresspiegel erheben und die nur in sehr tiefem Wasser schwimmen können, sind weder an Küsten, noch in Flüssen gebildet, sondern entstanden in Thälern in den Ländern, in der Form von Gletschern, die nach dem Meere zu vorrückten und von denen bedeutende Theile abbrachen und durch Strömungen fortgeführt wurden. Wir müssen daher hier auch von den Gletschern reden und indem wir die der Alpen betrachten, gelangen wir zur Erörterung einer andern Frage von hohem geologischen Interesse, nämlich auf die Art und Weise, wie erratische Blöcke von jener Kette, als von einem Mittelpunkt aus, über die niedern Länder der Schweiz, Italiens, Oesterreichs, Baierns und Frankreichs verbreitet werden konnten.

Schon mehre Naturforscher, die sich mit dem Studium der Gletscher in den Alpen beschäftigten, haben die Meinung aufgestellt, dass sie sich früher weit über ihre jetzigen Grenzen ausgedehnt haben müssen, dass sie sogar den Jura erreicht und bis zu diesem, durch das grosse Schweizer Thal hindurch, ihre Moränen geführt haben dürften. Neuerlich hat Agassiz auch diesen Gegenstand behandelt und die Zeichen von der frühern Wirksamkeit grosser Eismassen über die ganze Oberfläche der Alpen und ihrer Umgebungen nachgewiesen *).

*) Andere ausgezeichnete Geologen bestreiten die geologische Wichtigkeit der Gletscher und dass sie unmöglich den Transport der erratischen Blöcke bewirken konnten und sprechen sich überhaupt gegen die Ansicht von der Vereisung Europas in der Vorzeit aus. Eine Uebersicht der neuesten Arbeiten über diesen Gegenstand findet man an mehren Orten meiner berg- und hüttenmännischen Zeitung vom Jahre 1842.

Aus diesen und aus frühern Forschungen geht hervor, dass die die Alpenthäler ausfüllenden Gletscher im Sommer eine niederwärts gehende Bewegung haben, die zum Theil von der Schwere und zum Theil von der Ausdehnung der Masse während des Gefrierens des in Blasenräume und Spalten eindringenden Wassers herrührt. Die Oberfläche der Gletscher ist mit Geröllen und mit Steinen bedeckt, die durch Frost, Regen, Blitze oder durch Lawinen von den umgebenden steilen Abhängen abgelöst worden sind. Lange Reihen dieser Steine, welche an den Seiten der Gletscher liegen bleiben, werden die Seiten-Moränen genannt, während die am untern Ende des Eises gefundenen den Namen der End-Moränen führen. Letztere sind Massen von Erde und Steinen, welche das Eis vor sich her schiebt, wenn es vordringt und die es bei seinem Rückzuge zurück lässt; denn wenn in den Alpen ein Gletscher niedrigere und wärmere Regionen, d. h. solche, die etwa 3000 bis 4000 Fuss über dem Meere liegen, erreicht, so schmilzt er so schnell, dass er trotz seiner abwärts gehenden Bewegung nicht weiter vorrücken kann. Seine scharfen Grenzen sind von Jahr zu Jahr und noch mehr von Jahrhundert zu Jahrhundert verschieden; man erwähnt sogar ein Beispiel, nach welchem der Rücktritt in einem Jahre den achten Theil von einer Meile betrug. Zwischen dem eilften und funfzehnten Jahrhundert sollen alle Alpengletscher weniger vorgeschritten gewesen sein als jetzt, wogegen erwiesen ist, dass sie im siebenzehnten und achtzehnten Jahrhundert vorzuschreiten begannen, indem sie vorher offene Strassen bedeckten und in alte Hochwälder eindrangen.

Diese Schwankungen veranlassen den Geologen, sich die Zeichen zu merken, die die Gletscher bei ihrer rückgängigen Bewegung zurückliessen und unter diesen sind die hervorstechendsten die Endmoränen oder die Haufen ungeschichteter Erde und Steine, welche oft durch spätere Fluthen in Hügel getheilt wurden, welche gleich alten Wällen oder Dämmen quer durch die Thäler gehen. So wies Saussure solche Querdämme unterhalb des Rhonegletschers nach, um zu beweisen, wie weit derselbe einst seine jetzigen Grenzen überschritten habe. In diesen Moränen findet man manche grosse scharfkantige Stücke,

die auf der Oberfläche des Eises fortgeführt, ihre Kanten und Ecken nicht abreiben und abrunden konnten. Dagegen ist der grössere Theil dieser Steine, selbst der grössern Blöcke, sehr abgerundet, nicht durch die Gewalt des Wassers, sondern durch die mechanische Kraft des Eises, welches sie aneinander oder an den Felswänden der Thäler abgerieben hat. Andere fielen in die zahlreichen Spalten, welche den Gletscher durchsetzen, wo sie, dem Druck der ganzen Eismasse ausgesetzt, entlang getrieben und entweder gehörig abgerundet oder in Sand, oder selbst in den feinsten Schlamm verwandelt worden sind, aus welchem die Moräne hauptsächlich besteht.

So wie die Endmoränen die ausgezeichnetesten von allen Denkmälern sind, welche die sich zurückziehenden Gletscher hinterlassen haben, so sind sie aber auch die am leichtesten der Zerstörung unterworfenen, indem in den Alpen oft starke Fluthen durch das plötzliche Ausreissen der sogen. Gletscherseen entstehen. Diese temporären Wasseransammlungen entstehen durch das Aufdämmen eines Flusses mittelst eines Gletschers, der während einer Reihe von kalten Jahreszeiten zugenommen hat und von einem Nebenthale herabgestiegen ist und von einem bis zum andern Abhange einen Damm gebildet hat. Zerreisst nun ein solcher Eisdamm, so fliesst das Wasser auf einmal ab, nimmt alle darunter liegenden Haufen von Grus und Geröllen mit weg und breitet ihre Materialien über die Ebene des Flusses als unregelmässiges Lager aus.

Ein anderes Merkmal von der frühern Wirksamkeit der Gletscher an Stellen, wo sie jetzt nicht mehr existiren, besteht in der polirten, gestreiften oder gefurchten Oberfläche der Gesteine. Die unter den Gletschern liegenden Blöcke, Gerölle und der Sand werden durch jene weiter getrieben; zuweilen sitzen sie in dem Eise fest und indem nun dessen Masse langsam, in dem Verhältniss von wenigen Zollen bis höchstens zwei oder drei Fuss in einem Tage, vorwärts geht, reiben sie die Felsen ab, bilden Furchen in denselben oder poliren sie. Da die Kräfte des Drucks sowohl, als des Fortrückens ausserordentlich bedeutend sind, so polirt der Sand die Oberfläche des Felsbodens, die Geschiebe streifen sie gleich grossen Griffeln und grössere Blöcke bilden Furchen in demselben.

Obgleich die Oberfläche fast aller Arten von Gesteinen unter Einwirkung der freien Luft zersetzt wird, so bewahren doch manche von ihnen Jahrhunderte hindurch ihr polirtes und gefurchtes Aeusseres und wenn sie durch eine Decke von Dammerde oder Rasen geschützt sind, so dauern diese Zeichen der Reibung sehr lange. In den Alpen hat man sie bis zu grossen Höhen über den jetzigen Gletschern und bis auf grosse horizontale Entfernungen von denselben wahrnehmen können.

Eben so hat man an den Abhängen der Schweizer Thäler runde und tiefe Höhlungen mit polirten Seiten, so wie sie von Wasserfällen im festen Gestein gebildet werden, jedoch an weit von fliessendem Wasser entfernten und an Punkten, wo die Gestalt der Oberfläche uns die Annahme von der Existenz irgend eines Wasserfalls nicht gestattet, gefunden. Aehnliche Vertiefungen sind in hartem Gesteine, wie z. B. im Gneis in Schweden, wo sie Riesenkessel genannt werden und zuweilen zehn und mehre Fuss tief sind, gewöhnlich; in den Alpen und im Jura sind es aber oft löffelartige Aushöhlungen und verlängerte Rinnen. Sie werden jetzt noch durch Bäche ausgewaschen, welche der Oberfläche der Gletscher entlang laufen und dann in Spalten an deren Fuss fallen. Hier bilden sie eine Cascade, die Bäche schneiden mittelst des Gruses und Sandes, den sie finden und mit sich führen, eine runde Vertiefung in das Gestein, und da der Gletscher gewöhnlich vordringt, so entsteht eine vorwärts schreitende Vertiefung, welche die kreisförmige Vertiefung in eine tiefe Rinne verwandelt.

Eine andere Wirkung eines Gletschers besteht darin, einen Ring von Steinen rings um den Gipfel einer kegelförmigen Gebirgsspitze, die zufällig aus dem Eise hervorsteht, zu bilden. Wird nun der Gletscher durch Schmelzen bedeutend erniedrigt, so bleiben diese Kreise von grossen eckigen Bruchstücken, die man aufsitzende Blöcke nennt, in einer eigenthümlichen Lage in der Nähe des Gipfels einer steilen Kuppe oder Felsgrath, deren untere Theile keine Blöcke enthalten, zurück.

Alpinische Blöcke am Jura. — Man beobachtet nun einige oder alle die eben aufgezählten Zeichen, — die Moränen, die erratischen Blöcke, die polirten oder gestreiften Oberflächen, die Felskessel und die aufsitzenden Blöcke in den Alpen, in

bedeutenden Höhen oberhalb der jetzigen Gletscher und auch weit von ihren jetzigen Enden, ferner in dem grossen, viele Meilen breiten Thal der Schweiz und fast überall an und auf dem Jura, welche Gebirgskette nordwärts von jenem Thale liegt. Die mittlere Höhe des Jura beträgt etwa ein Drittel von der der Alpen; er hat jetzt durchaus keine Gletscher und dennoch zeigt er überall ähnliche Moränen und dieselbe polirte und gefurchte Oberfläche und vom Wasser ausgehöhlte Vertiefungen. Die den Jura bedeckenden erratischen Blöcke von scharfkantigem Granit, Gneis und andern krystallinischen Felsarten, kamen ohne allen Zweifel von den Alpen, d. h. aus einer Entfernung von etwa 12 und mehr deutschen Meilen herbei, wurden mitten durch eins der weitesten und tiefsten Thäler der Welt geführt und liegen nun auf den Bergen und in den Thälern einer aus Kalkstein und andern, aber gänzlich von den alpinischen verschiedenen Gesteinen bestehenden Gebirgskette. Ihre bedeutende Grösse und Scharfeckigkeit nach einem so weiten Transport, ist bemerkenswerth, denn Hunderte derselben sind so gross wie Häuser, wie z. B. der sogen. Pierre à Bot, der 40 Fuss im Durchmesser hat und an einem Bergabhange, 900 Fuss über dem Neufchateler See liegt.

Untersuchungen berühmter Geologen haben nachgewiesen, dass die Blöcke und Geschiebe am westlichen Jura, bei Neufchatel von den Umgebungen des Mont Blanc und aus dem Wallis herbei gekommen sind, die am mittlern Jura vom Berner Oberlande und die am östlichen Jura von den Alpen in Glarus, Schwytz, Uri und Zug. Die Blöcke dieser drei grossen Bezirke sind daher von denjenigen Theilen der Alpen entnommen, die den Punkten an dem Jura, wo sie sich finden, am nächsten liegen, indem der westliche Strom dem Lauf der Rhone, der mittlere dem der Aar und der östliche dem der Reuss und der Limmat folgte.

Fragen wir nun, wie die Blöcke nach dem Jura gelangt sind, so ist wieder das wahrscheinlichste Transportmittel schwimmendes Eis, welches zu einer Periode in Anwendung kommen mochte, als der grössere Theil der Jurakette und das ganze südlich davon liegende Schweizerthal unter dem Meere lagen. Zu jener Periode mochten die Alpen erst die Hälfte ihrer jetzigen

Höhe erreicht haben und mochten eine Kette von der Höhe der Chilesischen Alpen bilden, welche in einer der Schweiz entsprechenden Breite noch jetzt Gletscher bis zu dem Scheitel vieler Meerbusen vorschieben, von denen aus alsdann Eisberge mit Granitblöcken bedeckt herwärts fortschwimmen. Diesem Theil von Chili, der so viele Gletscher enthält, gegenüber, liegt die Insel Chiloë, die 30 Meilen lang und 7 Meilen breit mit dem Festlande parallel läuft. Der sie von demselben trennende Kanal hat eine bedeutende Tiefe und eine Breite von 16 Meilen. Ein Theil von der Insel ist wie der gegenüber liegende Theil von Chili mit neuen Meeresmuscheln bedeckt, wodurch eine Emporhebung des Landes während einer sehr neuen Periode bewiesen wird. Unter diesen Muscheln liegt eine Geschiebeformation, in der man grosse erratische Blöcke fand. Eine von diesen Geschiebegruppen besteht aus Granit, der offenbar von den Andes entlehnt ist, während an einer andern Stelle eckige Bruchstücke von Syenit vorkommen. Diese Anordnung mag von aufeinander folgenden gestrandeten Eisbergen herrühren, die von verschiedenen Buchten herkamen, bis zu deren obern Punkten Andes-Gletscher herabstiegen. Als darauf die Insel Chiloë emporgehoben wurde, erschien die Geschiebeformation auf deren Oberfläche. Da die Emporhebung in der Andesregion und von Chiloë noch fortdauert, so dürfte diese Kette in der Folge die Höhe der Alpen und Chiloë die des Jura erlangen. Dieselbe Hebung würde auch den Kanal zwischen Chiloë trocken legen, so dass er alsdann das grosse Schweizerthal darstellen würde. Da in dem Verlauf dieser Veränderungen alle Theile von Chiloë und des dazwischen liegenden Kanals nach einander eine Meeresküste gewesen sein würden, so mussten sie durch unzählige Eisberge, die auf den Boden stiessen, polirt und gefurcht werden.

Wenden wir diese Hypothese auf die Schweiz und auf den Jura an, so ist damit die Annahme nicht ausgeschlossen, dass in dem Verhältniss, als das Land höher gehoben und das Meeresbett trocken gelegt wurde, der Jura selbst seine Gletscher hatte; und die in den Alpen vorhandenen, die sich anfänglich bis zum Meere ausdehnten, mochten während einer

Zeit in der Hebungsperiode, sich viel weiter in dem Thale ausdehnen, als jetzt. Später, als das Klima milder wurde, mochten diese Gletscher gänzlich von dem Jura verschwinden und sich in die Alpen bis zu ihren jetzigen Grenzen zurückgezogen haben, indem sie in beiden Gegenden die Moränen zurückliessen, welche jetzt die frühere Ausdehnung des Eises beweisen.

Jedoch müssen wir gestehen, dass der Umstand, dass bis jetzt nie Meermuscheln von neuen oder jüngern tertiären Gattungen in dem grossen Schweizerthal gefunden worden sind, einen sehr bedeutenden Einwurf macht, indem zwischen den Alpen und dem Jura nie neuere tertiäre Schichten, als der mittlern oder Miocen-Formation angehörige entdeckt worden sind. Die Muscheln und Korallen der Miocen-Periode verlangten aber ein wärmeres Klima, als mit dem Vorherrschen so bedeutender Eismassen in Europa vereinbar sein würde.

Geschiebe-Ablagerung in Schottland. — Auf der andern Seite lehrt uns aber die tägliche Erfahrung, dass man auf diese Art von negativer Ueberzeugung in der Geologie immer weniger zu geben habe. Eben so fehlen in der Geschiebe-Formation von Schottland, mit Ausnahme einiger Mammuth-Zähne und Knochen, so wie einiger Meermuscheln, besonders in den ungeschichteten Massen, alle organischen Reste. Dieselbe Bemerkung lässt sich in Beziehung auf die Gerölle in Norfolk und in Skandinavien machen. Die Seltenheit oder der gänzliche Mangel von fossilen Resten in diesen Fällen rührt von einer oder von den sämmtlichen der folgenden Ursachen her: Zuvörderst können, da keine Muscheln in den Moränen der Gletscher vorhanden sind, auch keine in den Materialien sein, die von schmelzenden Eisbergen herabfallen. Zweitens, da das Stranden von Eisinseln in den Buchten von Island im Jahr 1835, die Fische mehre Jahre hintereinander vertrieben hat, so dass es den Küstenbewohnern an Nahrungsmitteln fehlte; so dürfen wir auch annehmen, dass ein, gewöhnlich schmelzendes Eis enthaltendes Meer, dasselbe abkühlen und seinen Salzgehalt vermindern würde, so dass es unbewohnbar für Meeres-Mollusken werden musste. Drittens rührt ein Theil der Geschiebeformation, der geschichtet ist, von Flussfluthen

her und der durch diese Ueberschwemmung transportirte Grus und Sand konnte kaum organische Reste enthalten.

Bei der Erklärung der Entstehung der Geschiebeformation von Schottland, kommen wir auf eben so viele Schwierigkeiten als bei denen der Schweiz. Jedoch können wir das Vorhandensein von Gletschern zu jener Zeit, als die erratischen Blöcke von den Grampian - Gebirgen, von einem Mittelpunkte über die umgebenden Gegenden verbreitet wurden, annehmen. Jedoch scheint in Schottland das unter dem Wasser Stehen der niedrigen Gegenden und die Mitwirkung des schwimmenden Eises, unerlässlicher zu sein, als in der Schweiz; denn die Punkte, von denen die Grampian-Gebirge Blöcke aussendeten, waren weit niedriger und die, zu denen sie hingeführt wurden, entfernter.

In dem Strathmorethal und in andern niedrigen Gründen in Perthshire und Forfarshire kann man lange Rücken von Gerölle- und Grusmassen, oben mit geschichtetem Sand und Grus bedeckt und 50 bis 70 Fuss hoch, meilenweit verfolgen und sie gleichen in der Gestalt oft den Seitenmoränen. Oft findet man mehrere, einander parallele Reihen, die sich gleich Flüssen winden und zuweilen länglich runde und länglich viereckige Räume umschliessen, in denen Torfmoore und Sümpfe mit Muschelmergel vorhanden sind. Da diese Haufen einen steilen Abhang nach beiden Seiten zu haben und nicht auf das Hochland beschränkt sind, sondern auf grossen Strecken über niedrige Ebenen verfolgt werden können, so dürfen sie als Zeichen des Laufs eines oder mehrerer Flüsse während der Eisperiode angesehen werden. Dieselben häuften in Fluthzeiten Sand, Geschiebe und Blöcke an ihren Ufern auf, wie es noch jetzt mit einigen Flüssen des nördlichen Russlands der Fall ist, wovon die Dwina ein besonders deutliches Beispiel giebt.

Was nun die europäischen Geschiebe und erratischen Blöcke im Allgemeinen betrifft, so dürfen wir annehmen, dass diejenigen Theile die ältern von ihnen sind, die jetzt in am weitesten von existirenden Gletschern und Eisbergen entfernt liegenden Gegenden vorkommen.

Der Löss des Rheinthals. — Obgleich wir die Theorie, dass die erratischen Blöcke des Jura durch Eis, welches sich auf dem trocknen Lande bewegt, transportirt worden seien, nicht unbedingt anzunehmen brauchen, so müssen wir doch zugeben, dass sich die Alpengletscher weit über ihre jetzigen Grenzen hinaus ausdehnten. Prof. Agassiz hat daher die sinnreiche und nicht unwahrscheinliche Folgerung gemacht, dass der mit Land- und Süsswassermuscheln angefüllte sogen. Löss im Rheinthal von Ueberschwemmungen herrühre, die von dem Schmelzen grosser Eismassen veranlasst wurden. Diese Bildung, provinziell Löss oder Lehm genannt, besteht hauptsächlich aus thonigen Materien, die mit einem Sechstel kohlensauren Kalks und mit einem Sechstel quarzigen und glimmerigen Sandes verbunden sind. Es ist eine erdige zerreibliche, dunkel gelblichgraue Masse, die oft kalkig-sandige Knollen, höchstens von Kopf Grösse, enthält. Die ganze Mächtigkeit der Bildung beläuft sich auf 200 bis 300 Fuss und dennoch sind oft keine Zeichen von Schichtung in der Masse vorhanden, ausgenommen hier und dort auf dem Boden, wo zuweilen eine geringe Vermengung mit Geschieben, welche den unterliegenden Gesteinen entlehnt sind, stattfindet.

Dieser feine Schlamm ist dem sehr ähnlich, welcher noch jetzt durch das Zerreiben der Steine unter dem Gewicht der sich bewegenden Gletscher gebildet wird und der Löss ist genau solch eine Verbindung, wie sie das Zerreiben des glimmerigen tertiären Sandes, den wir Molasse genannt haben, hervorbringt. Dieser Umstand ist um so bemerkenswerther, da wir den Löss ohne Unterbrechung von den Ebenen des Rheinthals unterhalb Köln bis zu den Grenzen der Schweiz verfolgen können, bis wir die Molasse treffen, welche die Alpengletscher früher erreicht haben sollen. Die in Frage stehende Bildung ist durch ihre Lagerungsverhältnisse, grosse Ausdehnung und Mächtigkeit, ihren gleichartigen Mineralcharakter und desshalb, weil sie überall nur Land- und Süsswassermuscheln, ohne irgend eine Einmengung von Meeres-Versteinerungen enthält, sehr bemerkenswerth. Ihre Verbreitung zeigt deutlich, dass nachdem das grosse Rheinthal, von Schafhausen bis Bonn, seine jetzige Gestalt erlangt hatte und sein

Boden mit grobem Grus bedeckt war, eine Periode eintrat, in welcher es von einer Seite zur andern mit feinem Schlamm angefüllt wurde, der aus dem Rheinthal auch in die Hauptnebenthäler drang.

So kann er z. B. weit in Würtemberg hinein, das Neckarthal aufwärts, so wie auch von Frankfurt ab, im Mainthale bis oberhalb Dettelbach, verfolgt werden. Eben so ist er über die Umgebungen von Mainz, Eppelsheim und Worms, am linken Rheinufer und an der entgegengesetzten Seite über das Tafelland oberhalb der Bergstrasse, zwischen Wiesloch und Bruchsal verbreitet, wo er eine Mächtigkeit von 200 Fuss erreicht. Bei Strassburg sieht man grosse Lössmassen am Fuss der Vogesen, so wie auch am entgegengesetzten Rheinufer am Fuss des Schwarzwaldes. Der Kaiserstuhl, ein vulkanisches Gebirge in der Mitte der Rheinebene bei Freiburg, ist fast überall mit diesem Lehm bedeckt und dieselbe Beobachtung macht man an den erloschenen Vulkanen zwischen Koblenz und Bonn. Am Kirchwege bei Andernach wechselt der die gewöhnlichen Muscheln enthaltende Löss mit vulkanischen Materien und über das Ganze sind Lagen von Bimmsstein, Lapilli und von vulkanischem Sand, 10 bis 15 Fuss mächtig, welche den Auswürfen, unter denen Pompeji begraben liegt, sehr gleichen, ausgebreitet. Ein Uebergang von dem Löss in die aufliegende Bimmssteinschicht, findet an dieser obern Grenze nicht statt. Es folgt diese letztere Schicht dem Abhange des Berges, gerade wie es der Fall sein würde, wenn die bimmssteinartige Materie in Schauern aus der Luft, auf die zum Theil aus Löss bestehenden Abhänge niedergefallen wäre.

Im Allgemeinen bedeckt aber der Löss alle vulkanischen Produkte, selbst die zwischen Neuwied und Bonn, welche das neueste Ansehn haben; auch hat er den Krater des Roderberges, eines erloschenen Vulkans bei Bonn, zum Theil ausgefüllt. Im Jahre 1833 grub man auf dem Boden dieses Kraters einen Brunnen durch 70 Fuss Löss, der zum Theil die gewöhnlichen Kalknieren enthält. Die erwähnte Zwischenlagerung von Löss zwischen Schichten von Bimmsstein und vulkanischer Asche, hat die Meinung veranlasst, dass sowohl

während als seit seinem Absatze die letzten vulkanischen Ausbrüche in der untern Eifel statt gefunden haben. Allein da wir alsdann diese Ausbrüche in eine sehr neue Zeit versetzen müssen, so verdient dieser bemerkenswerthe Umstand eine weitere Berücksichtigung. Es konnten auch durch die Gewässer des Rheins, indem sie mit bedeutend hohem Stande durch ein mit Löss ausgefülltes Thal strömten, die an den Eifeler Vulkanen liegenden losen Schlacken und Bimmssteine mit hinweggeführt und hin und wieder über den gelben Lehm abgesetzt werden. Zuweilen mag auch das Schmelzen des Schnees an den Abhängen kleiner vulkanischer Kegel Veranlassung zu localen Fluthen gegeben haben, die im Stande waren, leichten Bimmsstein in die benachbarten niedrigeren Gründe zu führen.

Ausser den zufälligen Beweisen successiver Anhäufungen, welche die eingelagerten Schichten von Grus oder von vulkanischen Materien geben, finden sich auch die von dem Löss umschlossenen Kalknieren zuweilen in horizontalen Lagen. Grösstentheils zeigt aber die Ablagerung keine Eintheilung in Schichten, und dieses Charakteristische des Löss muss der vollkommenen Gleichartigkeit der von Zeit zu Zeit abgesetzten Materie zugeschrieben werden, indem die ganze Masse in einer und derselben Gegend entstanden ist.

Das Verhältniss der Landmuscheln von den Geschlechtern Helix, Pupa und Bulimus ist in dem Löss sehr vorherrschend; an manchen Punkten findet man aber auch in Wasser lebende Gattungen von den Geschlechtern Limnea, Paludina und Planorbis. Diese mögen mittelst Fluthen aus seichten Sümpfen und Morästen, die an den Ufern des Flusses lagen, weggeführt worden sein und die grosse Ausdehnung des sumpfigen Bodens, der durch das oben angenommene weite Ueberströmen des Flusses veranlasst worden sein mochte, begünstigte die Vermehrung der amphibischen Mollusken, die auf dem Lande und im Wasser leben konnten, wie Succinea, welche überall charakteristisch für die Formation ist. Zu andern häufig vorkommenden Muscheln gehören Helix plebejum und Pupa muscorum. Sowohl die Land- als auch die Wasserschnecken, welche der Löss enthält, sind

von sehr zerbrechlicher und feiner Struktur und dennoch sind sie fast sämmtlich vollkommen und wohl erhalten. Wären sie durch heftige Ueberschwemmungen weggeführt, so würden sie in Stücken zerbrochen sein. Selbst die Farbe einiger Landschnecken ist hin und wieder erhalten.

Knochen von Wirbelthieren sind selten im Löss, jedoch fand man die vom Mammuth, Pferd und einigen andern Vierfüssern und beim Dorf Binningen unweit Basel die Rückenwirbel und Schuppen von einem Hay, aus dem Geschlecht Lamna. Zur Erläuterung ihres Vorkommens zwischen Land- und Süsswasser-Muscheln muss bemerkt werden, dass gewisse Fische dieser Familie den Senegal, Amazonenstrom und andere grosse Flüsse bis auf hundert Meilen von dem Ocean in die Höhe gehen. — Alle die Muscheln im Löss des Rheins gehören neuen europäischen Gattungen an, so dass die stufenweise Ausfüllung und Wiederaushöhlung von den Thälern eins der grössten Wasserbecken von Europa, eine Operation, die einen langen Zeitraum erfordert haben muss, der neuen oder postpliocenischen Zeit angehört. Auch das Zurückziehen der Alpengletscher war, in Uebereinstimmung mit der oben angegebenen Hypothese, ein gleichzeitiges Ereigniss. — Auch an den Ufern der Donau soll bis nach Ungarn hin, eine solche, ebenfalls aus den Alpen stammende und von einigen Hauptnebenflüssen jenes grossen Stroms herbeigeführte Bildung wahrzunehmen sein.

Betrachten wir nun noch einige minder allgemeine und wichtige Erscheinungen in dieser Epoche der Erdoberflächen-Bildung. — An mehrern Orten enthalten solche Gerölleablagerungen, wie wir sie oben betrachteten, nutzbare oder geschätzte Mineralien, Metalle oder Edelsteine, welche sodann durch Wascharbeiten gewonnen werden. Man nennt solche lockere, nutzbare Mineralsubstanzen enthaltende Massen Seifenwerke. Mit den in diesem Falle gewöhnlich kleinen Geröllen, kommen vorzüglich Quarzsand, Thon und Lehm vor und Eisenoxyd bildet häufig die färbende Substanz. — Man unterscheidet vorzüglich Gold-, Platin-, Zinn-, Demant- und Edelsteinseifen.

Goldseifen sind die gewöhnlichsten. Sie führen gediegen Gold in Körnern und Blättchen und werden schon seit den ältesten Zeiten ausgebeutet. Die reichsten finden sich in Afrika (Manica, Monomotapa, Schabun, Fazogla, Bouré), am Ural und in Sibirien in Asien, in Nord- und Süd-Carolina, Georgia, Mexiko, Columbia und in Brasilien in Amerika.

Platinseifen liegen in Columbia und in Brasilien, und am Ural.

Zinnseifen, welche Körner und Geschiebe von Zinnstein führen, finden sich in Cornwall, im Erzgebirge Sachsens und Böhmens, in Ostindien, in Mexiko und Chili.

Demant- und Edelsteinseifen liegen in Ostindien, Brasilien, Peru, Chili und Nordafrika; auch wurden einzelne Demanten am Ural gefunden. Die reichsten ostindischen Demantseifen liegen zu Golcondah. Sie bestehen aus einem lockern Conglomerat, das aus Bruchstücken verschiedener Quarzabänderungen zusammengesetzt ist und ein thoniges Bindemittel besitzt. Die brasilianischen Demantseifen liegen in der Gegend von Tejuco, 40 Legoas von Villa Rica. Das Gerölle dieser Wäschen besteht aus Quarz, Thonschiefer, Itakolumit, Brauneisenstein, Jaspis und aus Körnern von Topas, Corund, Chrysoberyll und Spinell und enthält auch Gold und Platin. Am Ural fand sich der Demant auf der Westseite unfern Nischne-Tura, unter Verhältnissen, die den brasilianischen sehr ähnlich sind. — Am böhmischen Mittelgebirge kommen auch Granat führende Seifen vor.

Beinahe in allen Ländern findet man Ablagerungen von Eisenerzen, welche die unverkennbaren Spuren eines Fluthlandgebildes an sich tragen. Die Erze sind von gänzlich verschiedener Beschaffenheit, Trümmer älterer Lagerstätten, stumpfeckig, mehr oder weniger abgerundet, im Durchschnitt von Linsen- bis Eigrösse. Sie liegen in flachen Mulden, Spalten, kessel- und trichterförmigen Vertiefungen, selbst in Höhlen, sind mit Thon, Sand und Geröllen untermengt, mit Versteinerungen älterer Gebirgsbildungen und mit mannigfaltigen Ueberresten von Paläotherium, Hayfisch, Bär, Wolf, Pferd, Ochs, Rhinoceros, Elephant u. s. w.

21. NEUE FORMATION.

Syn. Alluvialgebilde, gegenwärtige Bildungen; *Terrains alluviens,* franz.; *Recent Period, Lyell*; engl.

Wir sind nun zu den neuesten Ablagerungen des Wassers, zu den sogen. Alluvionen oder dem Alluvium gelangt, die sich noch fortwährend, gewissermassen unter unsern Augen bilden; jedoch werden auch einige organische, nicht eigentlich im Wasser vor sich gegangene Gebilde hierher gerechnet. — Die Bildungen dieser Art deuten durch vielfache Analogien die Art und Weise an, wie ein grosser Theil der ältern entstanden ist, und schon desshalb verdienen sie eine besondere Aufmerksamkeit, denn sie belehren uns über viele Bedingungen der Umgestaltung der festen Erdrinde. Es gehören hierher die Anschwemmungen der Flüsse in und neben ihren Betten und bei ihren Einmündungen in Seen und Meere, die Ablagerungen der Seen und Meere selbst, die durch chemischen Niederschlag aus Mineralwässern entstehenden Gesteine, so wie endlich die selbstständigen Anhäufungen organischer Massen, welche früher oder später zu Theilen der festen Erdrinde werden.

Diese Bildungsprozesse sind über die ganze Erdoberfläche verbreitet, überall aber durch locale Umstände bedingt und modificirt, so dass dadurch keineswegs eine zusammenhängende oder gleichartige Bedeckung der Erdoberfläche bewirkt wird, sondern vielmehr nur einzelne Formationen — Parallelformationen, deren Gleichzeitigkeit man bei grösserm Alter vielleicht sehr schwierig aufzufinden vermöchte. Den neuen Bildungen gehen in der Regel Zerstörungen voran, welche zu erstern das Material liefern.

Im Allgemeinen bilden die neuen Formationen, die innerhalb der geschichtlichen Zeit vor sich gegangen sind, einen sehr unbedeutenden Theil von der geologischen Struktur der Erdrinde. Dennoch können die Ablagerungen in Seen und Meeren, welche sich in den letzten 4000 bis 5000 Jahren gebildet haben, weder im Volum noch in der Ausdehnung unbedeutend sein. Sie liegen grösstentheils unsern Blicken verborgen, jedoch haben wir die Gelegenheit sie an gewissen Orten zu

untersuchen, wo das in den Flussdeltas neu gewonnene Land während Fluthen durchschnitten worden ist, oder wo Korallenriffe so rasch wachsen, oder wo das Bett eines Meeres oder eines Sees durch unterirdische Bewegungen emporgehoben und trocken gelegt worden ist. Ihr Alter kann entweder dadurch erkannt werden, dass man in ihnen Menschenknochen findet, die durch natürliche Ursachen hineingelangt sind, oder dadurch, dass man in ihnen Erzeugnisse menschlichen Kunstfleisses findet.

Um uns eine möglichst deutliche Vorstellung von der Entstehungsweise der jüngsten neptunischen Gebirgsbildungen machen zu können, müssen wir nothwendig einen kurzen Blick auf die Veränderungen werfen, welche durch die jetzt noch fortwirkenden, nicht vulkanischen Ursachen ununterbrochen an der Erdoberfläche hervorgebracht werden.

Verwitterung. Zerstörung der Felsen. — Alle dem Luftkreise ausgesetzte Körper werden davon angegriffen. Die den wechselnden, mannigfaltigen Einwirkungen der Temperatur, des Wassers und der Luft preisgegebenen Gesteine, unterliegen endlich alle der Zerstörung. Schon die mechanische Einwirkung der Luft ist zerstörend; ein Sturm reisst vorragende Theile nieder, ein Luftstrom, der lange Zeit Sand gegen oder über Felsen führt, wirkt angreifend ein, denn selbst eine geringfügige Ursach ist bei sehr langer Dauer von grosser Wirkung. Auch die mechanische Gewalt des Wassers, wenn es als Regen, Hagel, Schnee herabfällt, ist nicht ohne Einfluss, es schabt hervorragende Theile ab und gräbt Furchen aus, indem es über sie hingleitet. Lawinen ziehen Felsstücke mit in den Sturz und zerschmettern sie. Das flüssige Wasser dringt ferner in die Masse der Gesteine ein, vermindert dabei ihre Festigkeit, weicht sie auf und bewirkt ihr Zerfallen. Durch seine auflösende Eigenschaft zieht es Kalk, Gyps, Salz- und alkalische Bestandtheile aus den Gesteinen aus; und besonders stark wirkt es auf kalkige und feldspathartige Massen dann ein, wenn es Kohlensäure enthält, was bei dem atmosphärischen Wasser immer mehr oder weniger der Fall ist. Am zerstörendsten aber wirkt das von den Gesteinen eingesogene Wasser durch sein Gefrieren als Eis, indem es sich dabei mit

solcher Kraft ausdehnt, dass es, in Spalten und Höhlungen selbst der stärksten Steine eingeschlossen, diese zersprengt und in kleinere Theile trennt. Wie das Gletschereis zerstörend auf die Gesteine wirkt, sahen wir schon weiter oben.

Die Atmosphäre wirkt auch chemisch durch ihren Sauerstoffgehalt auf die Oberfläche ein. Sehr viele Gesteine sind eisenhaltig; das in ihnen enthaltene Eisenoxydul verwandelt sich durch Sauerstoffanziehung in Eisenoxyd und dieses durch Aufnahme von Wasser in rostfarbenes Hydrat, wobei die Gesteine aufgelockert und allmälig zerstört werden. Diese oxydirende Wirkung übt der Sauerstoff vorzüglich dann sehr kräftig aus, wenn er, in Wasser gelöst, wie er sich in jedem lufthaltigen Wasser befindet, mit den Mineralmassen in Berührung steht. Nebst dem Eisenoxydul wird namentlich der viel verbreitete Binar- oder Strahlkies durch den Sauerstoffgehalt der Luft oxydirt und in Eisenvitriol umgewandelt, wobei, je nach der Zusammensetzung des ihn einschliessenden Gesteins, noch andere Salze gebildet und stets Festigkeit und Zusammenhang desselben aufgehoben werden. Alle die bezeichneten, die Zerstörung der Felsen bewirkenden chemischen Vorgänge werden noch insbesondere durch Wärme begünstigt.

Auch die Elektricität wirkt, als chemisches, bei allen Prozessen thätiges Agens, unverkennbar bei den Veränderungen mit, welche durch jene hervorgebracht werden, und diese stille und langsame Wirkung, die sie dabei, so wie bei den Verdunstungen von Wasser an der Oberfläche der Felsen auf diese ausübt, ist unstreitig wichtiger, als ihre grossartige Einwirkung als schmelzender und zerschmetternder Blitz. Dazu kommt endlich noch die zerstörende Einwirkung organischer Wesen, wie Flechten, Moose, Sträucher, Bäume, einer Vegetation, die nach ihrem Absterben Stoff zu eigenthümlichen Gebilden hinterlässt.

Durch die erwähnten zerstörenden Einflüsse der Atmosphäre werden hervorragende Gesteinmassen, besonders auf den Höhen, auf den Gipfeln und an den Seiten der Berge, so wie am Gehänge der Thäler, am stärksten angegriffen, und nach Beschaffenheit ihrer Zusammensetzung, nach ihren Struktur- und Schichtungsverhältnissen, auf mannigfaltige Weise verändert.

Es entstehen die verschiedensten Formen, und es werden häufig durch Zerspaltungen und Einstürze groteske, malerische Felsen gebildet. Sehr ausgezeichnet findet man solche im Lauterthal bei Dahn und im Anweilerthal bei Trifels in den nördlichen Vogesen, wo der rothe Sandstein Formen hat, die wie Schlossruinen aussehen; ferner bei Adersbach in Böhmen und in der sächsischen Schweiz im Quadersandstein; vor allem aber in den Alpen, wo durch die starke Aufrichtung der Schichten der Angriff der Atmosphärilien erleichtert wird und daher die wunderbarsten Felsgestalten entstanden sind.

Mit dem Fortschreiten der Verwitterung zeigt sich bei vielen Gesteinen ihre eigenthümliche, innere Struktur, die man während ihres frischen Zustandes nicht wahrnehmen konnte. Man erkennt alsdann die kugelige Absonderung des Basalts und Granits, man sieht, wie sich Schale um Schale von grössern Kugeln ablöst und findet darin die Ursach der Abrundung prismatischer oder parallelepipedischer Blöcke und der Aushöhlung ausgesetzten Felsenflächen. — Granitfelsen mit deutlicher Struktur und aus parallelepipedischen Stücken zusammengesetzt, werden durch den starken Angriff, den Kanten und Ecken erleiden, allmälig abgerundet, und nehmen, bei fortschreitender Verwitterung, immer mehr eine runde Form an. Die ebenen Auflagerungsflächen der einzelnen Blöcke werden dabei gewölbt, die Unterstützungspunkte vermindert, so dass die Blöcke übereinander fallen und nur unter gewissen Umständen so übereinander liegen bleiben, dass sie in Schwingung gesetzt werden können, wie es bei mehren in den Granitbergen von Cornwall und Devonshire der Fall ist. — Auf der Oberfläche der Granitblöcke, die eine kugelförmige Absonderung haben, entstehen durch die Verwitterung auch mitunter beckenförmige Vertiefungen, in Cornwall Felsenbecken genannt.

Der Fuss der Berge, der untere Theil der Thalgehänge, ist überall mit Schutt bedeckt, der aus Bruchstücken der höher anstehenden Gesteine besteht, welche durch Verwitterung losgetrennt und dann durch eigene Schwere, durch Regen, Schnee und Lawinen herabgeführt werden. In grössern Gebirgen ziehen häufig grosse Schutthalden an den Gehängen oder in Schluchten herab; sie haben in der Regel die Form

eines Kegels, dessen Spitze der Anfangspunkt der Halde ist, und gegen welche hin die Bruchstücke immer kleiner werden.

Nicht selten lösen sich im Hochgebirge, namentlich im Frühling, grosse Felsmassen ab, die mit fürchterlicher Gewalt in die Tiefe fallen, sich im Sturze zertrümmern und auf Alles zerstörend wirken, was sich ihnen entgegenstellt. In den hohen Alpen sind solche Felsenstürze nichts Ungewöhnliches. — Werden Gesteine vom Wasser durchweicht und aufgelockert, so lösen sich bei aufgerichteter Stellung der Schichten bisweilen ganz grosse Massen davon ab und es erfolgen Bergfälle oder Bergstürze. Dies tritt namentlich dann ein, wenn das Gestein thonig und mergelig, oder wenn ein festeres Gestein auf einem thonigen aufgelagert ist, welches dann durch eine grössere Menge Wasser erweicht wird. Ein solcher Fall ereignete sich 1806 am Ruffiberg in der Schweiz, dem Rigi gegenüber, wo von der auf einer Thonlage ruhenden Nagelfluhmasse des Berges, dessen Schichten unter einem starken Winkel gegen das Thal geneigt sind, nach einem heftigen Regen, der grösste Theil herabstürzte, die Ortschaften Goldau, Busingen, Ober- und Unteröthen und Lowerz verschüttete und einige andere mehr oder weniger beschädigte. Die Stein- und Schuttmasse wurde bis in den kleinen See von Lowerz getrieben, so dass dessen Wasser 60 bis 70 Fuss hoch stieg und der am andern Ende gelegene Ort Seven von den Wellen überschwemmt wurde. — Die Alpen weisen noch mehrere Beispiele von solchen Bergstürzen auf.

Wo weiche, schiefrige Gebirgsmassen dem zerstörenden Einfluss der Atmosphäre ausgesetzt sind, da werden immer grosse Trümmermassen gebildet. Im Hochgebirge entstehen unter solchen Umständen nach und nach ungeheure Schutthalden, die sich bei steilem Gehänge der Berge öfters ablösen und in den tiefern Theil der Thäler herabrutschen. Solche Abrutschungen von Schuttmassen, die sich öfters weit in die Thäler hinausschieben, nennt man Bergschlipfe. Sie verursachen öfters grosse Verheerungen, zumal wenn sie Flussbetten ausfüllen und verstopfen und wenn nachher beim Durchbruch der Wassermassen ganze Landschaften überschwemmt und mit Schutt überdeckt werden. So wurden durch solche Bergschlipfe

in den Alpen die Thäler von Domleschg und Prettigau in Graubündten mit unfruchtbaren Trümmern überschüttet. Man hat aber auch ähnliche Schlipfe schon an vielen andern Orten beobachtet, wo thonige und mergelige Massen, bei starker Schichtenneigung, oder bei steiler Anlehnung, von Wassern durchnässt und aufgeweicht worden sind.

Ackererde. — Bei der Verwitterung und Zerstörung der verschiedenartigen Gesteine wird endlich jene lockere, erdige Masse gebildet, welche von allen geologischen Gebilden das oberste, überall verbreitet und mit dem Namen Ackererde belegt ist. Es ist der Standort wildwachsender und cultivirter Pflanzen, und wird auch Ackerkrume, Ackerboden oder schlechtweg Boden genannt. Der Landwirth unterscheidet die oberste Lage, welche er bei seinen Culturen umarbeitet, mit dem Namen Ackerkrume und nennt die tiefern Schichten, welche keine Cultur erleiden, Untergrund. Die Ackerkrume enthält ausser den mineralischen Stoffen, die vorzugsweise in Kiesel-, Thon-, Kalk- und Bittererde, in Eisen- und Manganoxyd, in Kali-, Natron- und Ammoniaksalzen bestehen, auch organische Reste, welche durch den Dünger und durch absterbende Pflanzen in sie gelangen, so wie Humussäure, humussaure Salze, Humuskohle und Wachsharz, die man zusammen unter dem Namen Humus begreift.

Nach der Beschaffenheit des Gesteins, aus welchem durch Verwitterung die Ackererde entsteht, ist ihre Zusammensetzung mehr oder weniger verschieden, und sie wird auch durch den Einfluss strömender Gewässer, des Regens, des Düngers, der Pflanzung so verändert, dass ihre Bestandtheile häufig nicht genau der chemischen Constitution des Gesteins, aus welchem sie ursprünglich hervorgegangen ist, entsprechen. In Gebirgsgegenden und an den Ufern von Flüssen, ist sie daher immer von mannigfaltiger Beschaffenheit. Ihre Fruchtbarkeit ist in der Regel grösser in Vertiefungen als auf Höhen, weil das Wasser Salze, Thon und Humus von diesen herab in jene führt.

Torfmoore. — Wo sich in becken- und kesselförmigen Vertiefungen stehende Wasser aufhalten, da stellen sich in den gemässigten Klimaten Europas in der Regel bald Sumpfmose

und Algen ein, deren zarte Theile sich nach ihrem Absterben zersetzen und in dem Wasser zum Theil suspendirt bleiben, zum Theil aufgelöst werden, während ein anderer Theil davon zu Boden sinkt. Das Wasser wird nach und nach gelb und braun. Eine Pflanzengeneration ersteht nach der andern, durch die Ueberreste der frühern im Wachsthum begünstigt, und mit der Zeit wird das ganze Wasser von ihren mehr oder weniger zersetzten Theilen erfüllt. Haben die feinästigen und feinblättrigen Pflanzen den Anfang gemacht, und so den stärkern gleichsam den Boden vorbereitet, so erstehen auch diese, entwickeln sich reichlich und es erscheint nun eine ausgezeichnete Sumpfvegetation. Vaccinien (*Vaccinia*), Riedgräser (*Carices*), Binsen (*Scirpi*), Simsen (*Junci*), Schilfrohr (*Arundo*), Wollgras (*Eriophorum*), Igelsknospe (*Sparganium*) und viele andere bedecken nach und nach die ganze Oberfläche. Das flüssige Wasser wird immer mehr und mehr durch die ihm jährlich in reichlichem Maasse zufallenden und sich darin zersetzenden Pflanzenreste gebunden, aufgesogen, und das Ganze bildet endlich ein breiartiges Moor, welches fortwährend consistenter wird, an Festigkeit zunimmt, so dass sich endlich auch Sträucher und Bäume darauf ansiedeln. Auf diese Weise werden der Masse auch Holzreste eingemengt, und sie geht in einer Reihe von Jahren in Torf über. Diese, unter den gegenwärtigen Verhältnissen fortgehende Torfbildung, kann man häufig beobachten, und sie wird auch durch in Torfmooren gemachte Auffindungen von Baumstämmen mit unverkennbaren Axthieben, von Kunstprodukten und selbst von Menschen mit wohl erhaltenen Bekleidungen, ausser allen Zweifel gesetzt. Nicht selten findet man auch in der Torfmasse noch jetzt lebende Süsswassermuscheln, Lymneen, Planorben, Paludinen und Cyklostomen.

Sehr oft liegen in den Torfmooren Baumstämme, am häufigsten von Eichen, Fichten, Erlen und Weiden. Die Stämme sind mitunter plattgedrückt und brennen nach dem Trocknen öfters noch leicht und hell. Seltner findet man Knochen von Ochsen, Hirschen, Pferden, Rehen, Schafen, u. e. a., auch Reste von Schildkröten, darin. Einige der im Torfe aufgefundenen Thiergattungen leben jetzt nicht mehr, wie z. B. der

grosse Ochse (*Bos priscus*), der im Torfmoor der badischen Saline Dürrheim gefunden worden ist, so wie das riesenhafte Elennthier (*Cervus giganteus*), welches man in irischen Torfmooren gefunden hat. Jedoch scheint dieses noch mit dem Menschen gelebt zu haben, da man in Lancashire Knochen davon in Torfmooren fand, in denen auch roh gearbeitete Boote begraben waren; wogegen es anderseits auch mit Elephantenresten im Löss vorkommt.

Oefters kommt an einzelnen Stellen in den Torfmooren blaue Eisenerde, meist als pulveriger Anflug vor und hin und wieder Strahlkies und Eisenvitriol und zwar in solcher Menge, dass man den Torf Vitrioltorf nennen und auf Vitriol benutzen kann, wie z. B. unweit Neisse in Schlesien.

Bei einer guten Bewirthschaftung der Torfmoore, die, wegen der Wichtigkeit dieses Brennmaterials, nirgends fehlen sollte, kann man des Nachwachsens, oder der fortschreitenden Bildung des Torfs ganz gewiss sein, wie mehre Moore deutlich bewiesen haben. Abgestochene Torfmoore können auch in tragbaren Boden verwandelt werden.

Durch starken anhaltenden Regen schwellen die Torfmoore bisweilen stark auf, wie ein Schwamm, werden durch das Wasser hin und wieder blasenartig in die Höhe gehoben, so dass, wenn die Blase berstet, und in Folge der oft sehr starken Gasentwickelung, welche die Gährung der vegetabilischen Masse begleitet, Ausbrüche der Moore entstehen können, wodurch grosse Schlammmassen in Ströme ausgegossen werden, die weithin verwüstend wirken. In Irland haben sich, auch in neuerer Zeit, öfters solche Mooreausbrüche ereignet.

Die Unterlage der Torfmoore besteht in der Regel aus einer wasserdichten Thonmasse, oder aus einem geschlossenen, festen wasserhaltigen Gestein. Die günstigen Bedingungen der Torfbildung finden sich besonders in den Niederungen und haben sich von jeher da gefunden, wo in Flussthälern, um Seen, Versumpfungen eingetreten sind. Man trifft desshalb die Torfbildungen auch hauptsächlich in grossen Flussthälern und überhaupt in Niederungen, wie z. B. in der grossen norddeutschen Ebene von Holland bis gegen Preussen hin, in den baltischen

Ländern, in den Niederungen und breiten Thälern von Irland u. s. w. An vielen Orten sieht man aber auch Torfmoore auf Höhen liegen und mitunter auf recht beträchtlichen, da nämlich, wo bei der Verwitterung der Gesteine auf Hochflächen und Terrassen thonige, das Wasser zurückhaltende Lagen entstehen. So ist es der Fall auf den Gebirgen in Schottland, auf dem Harz, im Erzgebirge, auf dem hohen Veen im rheinischen Schiefergebirge, in den Vogesen und im Schwarzwalde.

Untermeerische Wälder. — An mehrern Punkten der Erdoberfläche, namentlich an der Küste von England, Schottland und Frankreich, liegen mit Torf vermengte Anhäufungen von Holzstämmen und andern vegetabilischen Resten, in Lagen, die sich unter dem gegenwärtigen Wasserstande der Meeresfluth befinden. Diese Anhäufungen werden daher zur Ebbezeit, oder durch Eingriffe der Wellen oder Strömungen entblösst. Man hat sie, ihrer Lage und Zusammensetzung wegen, untermeerische Wälder genannt. Die Baumstämme stimmen mit den jetzt noch wachsenden völlig überein, können aber nicht an ihrem jetzigen Standpunkte bei einem, mit dem heutigen gleichkommenden Meeresstande gewachsen sein. Die Bäume wuchsen auf einem trocknen, vom Meere nicht bedeckten Boden, der sich später gesenkt hat.

Die Stämme liegen mit den Gipfeln öfters alle nach einerlei Weltgegend gerichtet, ihre Lagen haben das Ansehn von Windbrüchen, und es ist nicht zu zweifeln, dass die Bäume, von denen sie stammen, durch Stürme niedergeworfen worden sind, welche Annahme auch durch neuere Ereignisse bestätigt wird. In der Mitte des 17. Jahrhunderts wurde unweit Lochbroom in der schottischen Grafschaft Ross, ein Wald durch einen Orkan umgeworfen, der 50 Jahre später schon eine mit Stämmen untermengte Torfmasse darstellte. Es liessen sich leicht mehre solcher Beispiele herzählen. — Ausgedehnte untermeerische Wälder dieser Art liegen an der Westküste Englands, in den Niederungen zwischen dem Mersey- und Deeflusse in Cheshire, im Firth of Forth, an der Küste Schottlands, in der Mountsbai bei Penzance an der Südwestküste von Cornwall und auf Mainland in den Orkneyinseln.

Liegen diese Anhäufungen von Baumstämmen selbst zur Ebbezeit unter dem Meeresspiegel, so müssen wir annehmen, dass seit ihrer Bildung eine Niveauveränderung zwischen Meer und Land und ein Sinken des letztern stattgefunden habe. Erscheint ihre Lage aber nur zur Fluthzeit tiefer als der Meeresspiegel, so können sie in Folge von Anschwemmungen und Dünenbildungen entstanden sein, und man braucht kein Sinken des Bodens zur Erklärung ihrer Lage anzunehmen, da sich, wie wir wissen, hinter Sandablagerungen und Dünen an den Küsten häufig stagnirende süsse Wasser bilden, in welchen sich eine Sumpfvegetation einstellt, die nach und nach die Wasserbecken ausfüllt und zur Bildung von Torf oder den sogenannten untermeerischen Waldungen das Material liefert.

Raseneisenstein. — An vielen Orten kommen Eisenerze im Torfe vor, die einer Abänderung des Brauneisensteins oder des Eisenoxyd-Hydrats angehören und deren Bildung noch ununterbrochen fortgeht. Bei der Zerstörung organischer Substanzen, die eisenhaltig sind oder mit eisenführenden Körpern in Berührung stehen, werden stets Verbindungen der entstandenen Humus-, der Quell- und der Quellsatz-Säure mit Eisenoxyd gebildet, die sich als Ocker ausscheiden, nach und nach erhärten und auf diese Weise die verschiedenen Abänderungen von Raseneisenstein darstellen, die unter dem Namen von Sumpf-, Wiesen- und Morasterz bekannt sind. Auch der Phosphorsäuregehalt der organischen Gestalten wird vom Eisen gebunden, und es enthalten die Raseneisensteine desshalb auch immer einige Procente Phosphorsäure. Auf diese Art erklärt sich das häufige Vorkommen dieses Eisensteins in Torfmooren, Morästen, stehenden Wassern, wie z. B. auf dem Grunde vieler kleiner schwedischen Seen, so wie in Niederungen, wie in der Lausitz, im Münsterschen u. s. w., woselbst die Raseneisenstein-Ablagerungen in nächster Beziehung zum Torfe stehen und selbst mit ihm wechsellagern. Auf eine ähnliche Weise mögen diese Erze früher in andern Niederungen entstanden sein, wo gegenwärtig keine Torfbildung, oder keine Zersetzung grösserer Massen organischer Substanzen mehr vor sich geht, wo aber die ganze Beschaffenheit des Bodens

und der Erze auf ähnlichen Ursprung hindeutet. So ist der Raseneisenstein, welcher auf den Savanen des nördlichen Kordofans in ausserordentlicher Menge abgelagert ist und in einem eisenschüssigen Sande liegt, voll vegetabilischer Reste, die zum Theil unverändert, zum Theil in Erz umgewandelt sind.

Allmälige Erhöhung des Bodens. — Die betrachtete, ganz eigenthümliche Bildung des Torfes trägt fortwährend zur allmäligen Erhöhung des Bodens bei. Die vielen Fälle der Auffindung von Werken menschlichen Kunstfleisses in verschiedenen Tiefen der Moore beweisen dieses unwidersprechlich, und ein recht auffallendes Beispiel einer sich weit erstreckenden Bodenerhöhung, in Folge des Fortwachsens der Torfmasse, ergab sich im Jahre 1818, als man in den Niederlanden, in der Landschaft Drenthe, unter einer bis 12 Fuss dicken Torfdecke eine Holzstrasse von 12 Fuss Breite, auf eine Länge von 2 Meilen sich erstreckend, fand.

Ganz besonders wirken auch Menschenhände auf Erhöhung des Bodens hin und ganz auffallend da, wo viele Menschen bei einander wohnen. Fortwährend bearbeitet der Mensch in der Nähe seiner Wohnungen den Boden, und der Ackerbau und alle Arten von Baulichkeiten erhöhen denselben beständig: so werden die Fluren und der Boden aller Städte und Dörfer immerfort höher. Davon findet man unzählige und recht in die Augen fallende Beweise an allen seit uralten Zeiten von grossen Menschenmassen bewohnt gewesenen Orten. So findet sich in einem grossen Theil der Ebenen von Morea, am Fusse von Anhöhen, eine regelmässige Schicht abgelagert, die aus einem Gemenge von Ziegeln und Ziegelsteinen, Töpferwaaren, alles Werken der Menschenhand besteht und mit Ackererde und durch Wasser zusammengeführtem Boden untermischt ist.

In Rom und dessen Umgebungen sind viele ehedem gepflasterte Stellen nunmehr mit einer Erdlage bedeckt. So ist der Campo vaccino oder das alte Forum hoch mit Schutt und Erde bedeckt und die Via Appia trägt Anhöhen über sich. Die Via Flaminia fand man zwischen Otriculi und Castel nuovo, drei Meilen lang unter der Erde. Zu Bologna liegen mehre alte Strassenpflaster lagenweise übereinander unter dem heutigen. Zu Warschau fand man beim Graben eines

Fundamentes, in mehr als 6 Fuss Tiefe, ein Ziegelsteinpflaster mit mehrern Büsten und Statuen. — Alle diese Beispiele, denen wir leicht noch viele andere beifügen könnten, sprechen deutlich für eine allmälige Erhöhung des Bodens auf dem trocknen Lande, ohne alle Anschwemmungen durch Meer und Flüsse.

Bildung der Gerölle und Fortschaffung derselben durch strömendes Wasser. — Gelangen Bruchstücke von Gesteinen, Trümmer, die bei der Verwitterung und Zerstörung der Felsen aus grössern Massen entstehen, in den Rinnsal der Bäche und Flüsse, so werden sie von dem strömenden Wasser fortbewegt, durch Rollen abgerundet und auf diese Weise in Geschiebe und Gerölle umgewandelt. Je grösser das Gefälle und die Wassermasse, je gewaltiger die Strömung ist, um so grössere Blöcke wälzt sie fort, und desto zahlreicher und verschiedener nach Gestalt und Grösse sind auch die Bruchstücke, welche fortgerollt werden. Alles, was sich aber der Bewegung der Wassermasse hindernd entgegenstellt, was ihre Strömung schwächt, die Schnelligkeit ihres Laufs vermindert, als: vorspringende Felsen, geringere Neigung des Rinnsals oder Bettes, Verbreitung desselben, Einströmen des Wassers in Seen oder ins Meer, bewirkt eine Ablagerung der Gerölle. Das langsamer fliessende oder ganz zur Ruhe gekommene Wasser lässt die schwerern fremden Theile fallen, die es bis dahin fortgeschafft hatte. Während dieses Transports werden die Bruchstücke selbst durch Stoss und Reibung fortwährend verkleinert und mehr und mehr abgerundet.

Bekanntlich ist die Geschwindigkeit eines Stroms in der Mitte immer am grössten, und sie vermindert sich nach den Seiten hin. Hier setzen sich demzufolge auch die mehrsten Gerölle ab. Da der Absatz derselben nach dem Verhältniss ihrer Schwere erfolgt, so sind die Gerölle im Allgemeinen immer grösser, je weiter man stromaufwärts geht, wo die Strömung stärker ist und je näher man ihren ursprünglichen Lagerstätten kommt. Nimmt die Schnelligkeit des Wassers ab, so fallen natürlich die grössern Blöcke, die gröbern Stücke sogleich nieder, und es werden nur die kleinern, feinern Theile, kleine Gerölle, Sand und Thon fortgerissen.

Inselbildung in Flussbetten. — Wird die Geschwindigkeit eines mit Geröllen, Sand und Thon beladenen Stromes an einer Stelle seines Bettes stark vermindert, so setzt sich dort, dem Angeführten zufolge, sofort eine starke Geröllmasse ab. Ragt diese nun bei niederm Wasserstande über die Wasserfläche hervor, so erscheint sie als Insel. So im Rhein zwischen Basel und Mannheim, wo seine frühere grosse Geschwindigkeit nachlässt und wo die vielen, ihm aus den Alpen zugeführten, Gerölle sich absetzen können. Es erhöhet sich alsdann das Bett, und hat sich die Geröllmasse erst einmal bis nahe unter den hohen Wasserspiegel angehäuft, so wird die Geschwindigkeit des Wassers über derselben wieder bedeutend vermindert und es fallen an dieser Stelle nun auch feinere Theile, Sand und Thon, aus dem Wasser nieder. Bei niedrigem Wasserstande steht eine solche Ablagerung als Insel da. Jetzt werden gewöhnlich zuerst die wolligen Samen der Weiden benachbarter Inseln oder Ufer auf ihrer Oberfläche abgesetzt und es entsteht so eine erste Vegetation. Jedes grosse Wasser erhöht die Insel noch mehr, da die Pflanzen den Boden vor Angriff schützen und ihr Wurzelnetz, ihr dichter Stand, sehr viel Schlamm zurückhält. Die Vegetation nimmt zu, es wachsen Büsche und Bäume auf der Insel und sie wird nur noch bei dem höchsten Wasserstande überschwemmt.

Angriff und Ausreibung der Felsen durch fliessendes Wasser, welches mit Geröllen beladen ist. — Die angreifende oder annagende Kraft des Wassers wird noch bedeutend vermehrt, wenn der Wasserstrom mit Geröllen und Sand beladen ist, weil alsdann noch eine sehr starke Reibung stattfindet. Dadurch werden Spalten ausgehöhlt und erweitert, durch welche die Strömung geröllführender Wasser geht und so werden schluchtenförmige Thäler ausgewaschen. Sind die Gesteinsmassen, über die sich ein solches Wasser fortbewegt, weich, so graben sich selbst kleine Bäche in kurzer Zeit Kanäle aus, die bald auf mehre Fuss vertieft sind. Stürzt sich ein schuttbeladenes Wasser auf horizontale oder schwachgeneigte Gebirgsplatten, so gräbt es sich in denselben bald eine beckenförmige Vertiefung aus, worin einige grössere Gerölle liegen bleiben, welche durch

das einfallende Wasser fortwährend im Kreise herumgetrieben werden und dabei das Becken immer tiefer und weiter ausreiben. Ueberall, wo ein Wasser über Felsen herabfällt, erfolgt eine solche Ausreibung. Dabei wird immer der Felsen unterwaschen, über welchen das Wasser herabstürzt und rückwärts ausgegraben. Doch erfolgt dies gewöhnlich so allmälig, dass man es während der kurzen Dauer eines Menschenalters nicht beobachtet. Der Niagarafall in Nordamerika macht indessen hiervon eine sehr belehrende Ausnahme. Dieser Wasserfall wird durch den Abfluss des Wasserüberflusses des Eriesees gebildet, und liegt zwischen diesem und dem Ontariosee. Vom obern Theile des letztern erhebt sich ein Plateau, das bis zum Eriesee fortsetzt. Ueber dieses Plateau, welches den Damm bildet, der vor dem Eriesee liegt, stürzen die gewaltigen Gewässer in die Tiefe, in eine Spalte, die sie sich selbst ausgegraben haben, und die sich in dem Plateau bis an dessen Ende, 7 engl. (1½ deutsche) Meilen weit, bis zur Stadt Queenstown hinab, erstreckt, allwo der Fluss in die Niederungen austritt, welche sich bis zum Ontariosee ausdehnen und diesen umgeben. Das erwähnte Tafelland hat eine sehr gleichförmige geologische Zusammensetzung. Die oberste Lage besteht aus sandigem Diluvium, darunter liegt ein harter Kalkstein in wagerechten Schichten, ungefähr 90 Fuss mächtig, und unter diesem ein weicher Schiefer, der durch die Wasser- und Windstösse, welche der Fall bewirkt, unaufhörlich angegriffen wird, zerbröckelt und in Schutt zerfällt. Der festere Kalkstein wird auf diese Weise unterhöhlt, bildet vorragende Felsenplatten, die, ihrer Unterstützung beraubt, von Zeit zu Zeit mit Donnergetöse einstürzen. Dergestalt gräbt sich das Wasser immer weiter rückwärts ein und steigt die Spalte immer weiter herauf gegen den Eriesee. Genaue Beobachtungen beweisen, dass der Fall in den letzten 40 Jahren volle 150 engl. Fuss rückwärts gegangen ist. Von seinem jetzigen Stande bis zum Eriesee sind noch 25 engl. (5½ deutsche) Meilen. Wenn nun dieses Rückwärtsgehen des Niagara gleichmässig auch in der Folge stattfindet, wie in den letzten 40 Jahren, so erreicht der Fall den Eriesee doch erst in einem Zeitraume von 35,000 Jahren. Dann zieht sein

Wasser durch den bis zu seinem Spiegel rückwärts eingegrabenen Kanal völlig ab und sein Becken wird trocken gelegt, wenn es bis dahin nicht schon ganz mit Schutt ausgefüllt ist, da dieser See die sehr geringe Tiefe von höchstens 70 Fuss hat und ihm jährlich eine grosse Menge Gerölle zugeführt wird. Wahrscheinlich war der Fall einst weiter unten bei Queenstown und er machte eine rückgängige Bewegung bis zu seiner jetzigen Lage.

Ablagerungen von Geröllen in Seen und Meere. — Führt ein mit Schutt, Sand und Thon beladener Fluss oder Bach sein Wasser in einen See, so bildet sich an dessen Einfluss stets eine Ablagerung. Die gröbern Gerölle werden zunächst am Einfluss abgesetzt, das trübe, mit den feinern Theilen beladene Wasser aber weiter in den ruhigen See hineingeführt, wo sich die Strömung vermindert, bald ganz aufhört, so dass das trübe, schwerere Wasser in Wolken niedersinkt und den feinern Sand und Schlamm absetzt. Auf solche Weise wird der Boden erhöht und das Wasser an den Mündungen der Flüsse und Bäche seicht. Da wo die Hauptströmung hingeht, gräbt sich ein Kanal in der Ablagerung aus, zu dessen beiden Seiten sich fortwährend Gerölle ablagern. Beispiele dieser Bildungen geben namentlich die Alpenseen.

Fortschaffung der Gerölle u. s. w. in das Meer. — Die Meeresbecken, in welche sich mit Geröllen beladene Flüsse ergiessen, setzen der Weiterführung derselben Schranken und werden davon nach und nach ausgefüllt. Geht die Strömung der Flüsse aber ununterbrochen fort, so wird auch die Geröllmasse fortgeschoben und es finden, wie wir schon gesehen haben, nur an solchen Stellen Ablagerungen statt, wo die Geschwindigkeit der Strömung vermindert ist. Flüsse, welche grosse Continente, unangebaute Länderstrecken durchlaufen, wie die Flüsse Amerikas, führen zur Fluthzeit unermessliche Quantitäten von Geröllen, Sand, Schlamm und überdies noch Pflanzenreste, ja oft ganze grosse Massen von Baumstämmen mit sich. In dieser Beziehung giebt besonders der Mississippi ein grossartiges Beispiel. Seine Quellen sind von der Mündung 320 deutsche Meilen entfernt und der Flächenraum seines Stromgebietes beträgt 54,000 Quadratmeilen. Zahl-

reiche Nebenflüsse führen ihm ihr Wasser zu und mit Einschluss der Krümmungen beträgt seine ganze Stromentwickelung 730 deutsche Meilen. Die Klimate der Länder, welche er durchströmt, sind so verschieden, dass die Fluthen der Nebenflüsse zu sehr verschiedenen Zeiten eintreten, wodurch es geschieht, dass ihm fortwährend Schutt- und Schlammmassen, bald durch diesen, bald durch einen andern Nebenfluss zugeführt werden. Sein Gefälle ist schwach und daher die vielen Krümmungen. Zur Fluthzeit werden oft zwischenliegende Landengen durchbrochen, ältere Ablagerungen, Uferstücke und darauf stehende Wälder fortgerissen, neue Ablagerungen gebildet, die später dasselbe Schicksal haben. Eine unermessliche Masse von Geröllen, Sand, Thon und Schlamm wird fortgewälzt und grosse Mengen von Baumstämmen werden aus den waldigen Bezirken fortgetrieben. Diese häufen sich an einzelnen Stellen an und bilden wahre Flösse, welche die ganze Breite des Flusses einnehmen, mit diesem fallen und steigen. An der Mündung ins Meer hat der Strom ein ungeheures Delta von Thon und Schlamm, mit Pflanzentheilen und Treibholz untermengt, gebildet, welches in unzählige Ströme, Seen und Sümpfe getheilt und von Alligatoren bewohnt ist. Die herabgetriebenen Schuttmassen verändern das Fahrwasser beständig, und die während der Fluthzeiten herabgeflössten Millionen Baumstubben und Stämme machen die Schifffahrt zu dieser Zeit gefährlich. Die Mündungsküste des Stroms umgiebt ein 10 bis 12 Meilen breiter Saum von unbewohnbarem Land.

Ueberall, wo sich Flüsse in Meere ergiessen, die keine oder nur eine schwache Fluth und Ebbe haben, da werden Deltas weit ins Meer hinaus geschoben, wie es die Donau, Wolga, Rhone, der Po und der Nil zeigen. Sie werden selbst da gebildet, wo die Strömung des Flusses die Fluthen und Wogen des Meeres überwinden kann, wie am Ganges.

Auswaschung und Zerstörung der Küsten durch Ebbe und Fluth, Meeresströmungen und Wellen, und Bildung von Geschiebe- und Sandbänken und Dünen. — Wo die Meeresküste hoch und felsig ist, da wirken Ebbe und Fluth, Strömungen und Wellen, besonders bei Stürmen, zerstörend darauf ein, die Gesteine werden

ausgewaschen und zerfallen nach und nach. Weichere Gesteine werden dabei schnell unterwaschen, ausgehöhlt und überhängende Massen stürzen seewärts ein. Bei horizontaler Lage oder vertikaler Stellung der Schichten sind sie der Zerstörung sehr unterworfen und eben so, wenn sie sich landeinwärts neigen, wobei die hervorragenden Köpfe gegen das Meer sehen. Nur wenn die Schichten nach dem Meere zu abfallen, zeigt sich die Einwirkung der Wellen schwach und die Schichten eines nur einigermassen festen Gesteins bilden einen Schutzdamm gegen die Eingriffe des Meeres.

Auf diese Weise werden die Küsten, je nach der Festigkeit des Gesteins, der Stellung seiner Schichten, der Ausdehnung des Meeres vor diesen, ganz verschiedenartig angegriffen und darauf beruht denn auch die Gestaltung der Küsten. Aber selbst die festesten Gesteine widerstehen der zerstörenden Kraft der Wellen nicht; diese höhlen Löcher aus und zernagen die Felsen auf die wunderlichste Weise. Mitunter werden grosse Höhlen ausgehöhlt und es ist z. B. auf diese Weise die bekannte Fingalshöhle auf Staffa, durch Einwirkung der Wellen auf die gegliederten Basaltsäulen, aus denen die Küste jener Insel besteht, gebildet.

Die ins Meer hereingebrochenen Felsstücke bleiben theils an dem Fusse der Klippen liegen, namentlich wenn die Stücke gross und sehr hart sind, und schützen alsdann die Küsten gegen den Wellenschlag. Gewöhnlicher aber werden sie sogleich von der Brandung ergriffen, gerollt, abgerundet, fortwährend zerkleinert und endlich zu Sand zerrieben. Werden die Stücke von der Fluth fortgerissen und gegen flache Küsten getrieben, so werden an denselben Geschiebe- und Sandbänke abgelagert, die in der Richtung der herrschenden Winde und des vorherrschendsten, stärksten Wellenschlags fortrücken. Auch Gerölle und Sand, welche die Flüsse ins Meer führen, werden auf gleiche Weise gegen die flachen Küsten getrieben, und zu gleicher Zeit treibt das Meer Korallen, Muscheln, Seepflanzen, die auf Untiefen entstehen, gegen das Land. Diese Bänke, welche sich in Reihen vor den niedrigen Küsten hinlegen, schützen das flache Land gegen die Angriffe des Meeres

und verändern häufig die Beschaffenheit der Küste, da sie an Stellen, wo Flüsse und Bäche einfallen, öfters den Abfluss des Wassers hindern, indem sie sich quer vor die Mündung legen, sogen. Barren bilden, den Ausfluss ablenken und nicht selten Versumpfungen bewirken; und sie sind endlich, wenn sie aus Sand bestehen, die Ursache der Verbreitung des Sandes über benachbarte Gegenden.

Die Wellen, welche die Gerölle nicht mehr fortbewegen, werfen doch noch den Sand auf die Küste und die Wellenspitzen führen ihn beim Sturm leicht ausserhalb des gewöhnlichen Wellenbezirks. Er trocknet nun bei niedrigerm Meeresstande und gutem Wetter, durch die Sonnenwärme aus, und wird vom Seewinde landeinwärts geführt und zu kleinen Hügeln aufgehäuft. Solche Sandhügel an den Meeresküsten heissen Dünen, und man findet sie an den sandigen Küsten aller Theile der Erde. Ihre Längenerstreckung stimmt genau mit der Richtung des gegen die Küste blasenden, herrschenden Seewindes überein, und ihre Gestalt ist gewöhnlich die eines spitzen Dreiecks, dessen Basis der Küste zugekehrt ist, während die Spitze nach dem Innern des Landes sieht.

Wird der lockere Sand nicht durch eine Vegetation befestigt, so führt ihn der Seewind mehr landeinwärts, und die Dünen schreiten immer weiter vor und verheeren Feld und Wald, Höfe und Dörfer, wovon die Gascogne in Frankreich einen schlagenden Beweis giebt. Die furchtbarste Versandung hat aber bekanntlich ein Theil von Afrika erlitten, der die doppelte Grösse des Mittelländischen Meeres hat und wodurch das Sandmeer Lybiens, die grosse Wüste gebildet worden ist.

Gegenwärtige Bildungen von Conglomeraten und Sandsteinen. — Sehr häufig werden Gerölle oder Sand, die mit einem ockrigen, mergeligen oder kalkigen Schlamm in Berührung stehen, durch diesen verkittet, und es bilden sich so unter unsern Augen Conglomerate und Sandsteine. Ganz besonders verkittend wirkt das Eisenoxydhydrat, welches an der Luft die Beschaffenheit eines wahren Eisenrostes annimmt, dessen festes Anhaften an Gegenstände der

verschiedensten Art und dessen verkittende Kraft allgemein bekannt ist.

Am häufigsten beobachtet man die Verkittungen von Geröllen, Geschieben und Sand an den Meeresküsten, namentlich südlicher Gegenden. Bei Messina, an der Küste von Sicilien, geht durch Verkittung herbeigeführter Sandmassen, vermittelst eines eisenschüssigen Mergels, fortwährend eine Sandsteinbildung unter dem Meeresspiegel vor sich, und auf ähnliche Weise, mit Ausnahme der Ostküste der Insel, an allen übrigen Küstenpunkten. Der Stein erhärtet in 30 Jahren so sehr, dass er zu Mühlsteinen verarbeitet werden kann. Aehnliche, noch fortdauernde Sandstein- und Conglomeratbildungen finden an der Küste von Tranquebar in Indien, an den Küsten von Kleinasien, Griechenland, Neuholland, an den Küsten des Adriatischen- und des Mittelländischen Meeres, so wie der Antillen, statt. Hierher gehört namentlich das jugendliche Gestein, welches auf Guadaloupe Menschenreste einschliesst. Es liegt auf Grande terre, nahe beim Moule-Hafen und besteht aus Bruchstücken von Korallen und Muschelschalen des benachbarten Meeres, aus Stücken von Kalkstein, schliesst ausser den Menschenknochen besonders Landschnecken von den Geschlechtern Bulimus und Helix, Meermuscheln aus den Geschlechtern Turbo und Pecten, Zähne von Kaimans, Scherben von Töpfergeschirr, Waffen aus Basalt und Porphyr und Schnitzwerk ein. Die menschlichen Skelette rühren wahrscheinlich von bei einem Schiffbruch Verunglückten her.

Eine der merkwürdigsten jugendlichen Bildungen ist der Filtrirsandstein an der Küste der Canarischen Insel Gran Canaria, welcher zwischen der Stadt Aracas und der Isleta unmittelbar am Meeresufer ununterbrochen fortgeht. Der heftige Nordostpassatwind, welcher den Sommer hindurch unausgesetzt weht, erhebt die leichten Stücke zerbrochener Muscheln, kleine, abgerundete Trachyt- und Basaltkörner, treibt sie über die schmale Landenge von Guararteme herüber und bildet Dünen von 30 bis 40 Fuss Höhe. Hinter den Dünen benetzen die Wellen den Sand und verkitten ihn durch einen kalkigen Absatz, den sie hinterlassen, zu einer festen Masse. Man bricht diese zur Ebbezeit, formt sie in Gefässe, worin man Wasser

aufbewahrt, welches seine Unreinigkeiten in dem porösen Stein absetzt, ihn durchdringt, verdunstet und auf diese Weise kühl erhalten wird. Dieses jugendliche Gestein hat sehr viel Aehnlichkeit mit Rogenstein. Seine Körner haben meistens einen Kern von Trachyt, Basalt oder von einem Muschelsplitter, der von einer Kalkschale umhüllt ist, und haben somit eine schalige Construktion, wie die Rogensteinkörner. Die vielen Bruchstücke von Muscheln und die Sandkörner fehlen auch nicht darin, wie in den jurassischen Rogensteinen. Kurz, es zeigt sich eine solche Uebereinstimmung, dass man das Gestein von Isleta für eine noch fortdauernde Rogensteinbildung betrachten muss und zu der Annahme berechtigt ist, die ältern Rogensteine seien auf ähnliche Weise entstanden und als Küstengebilde zu betrachten.

Koralleninseln und Riffe. — Die Kräfte der organischen Schöpfung bei Veränderung der Gestalt und des Baues der Erdrinde und bei neuen Bildungen zeigen sich am deutlichsten in den Arbeiten der Korallenthiere. Wir können die Operationen dieser Zoophyten in dem Ocean mit den Wirkungen vergleichen, die nach einem kleinern Massstabe auf dem Lande durch die Pflanzen, welche Torf erzeugen, hervorgebracht werden. Bei dem Sphagnum wächst der obere Theil, während der untere in eine mineralische Substanz übergeht, in welcher die Spuren der Organisation noch bleiben, wenn auch alles Leben aufgehört hat. Bei den Korallen dienen auf gleiche Weise die härtern Materien der vorhergehenden Generation als die Basis, auf welcher die lebenden Thiere eine ähnliche Struktur aufzuführen fortfahren.

Der steinige Theil einer blätterförmigen Zoophyte kann mit einem innern Skelett verglichen werden; denn er ist stets mehr oder weniger von einer weichen, thierischen Substanz umgeben, die sich selbst ausdehnen kann, bei einer Störung aber auch die Kraft hat, sich in die Zellen und Höhlungen der harten Koralle zurückzuziehen. In dem Meere erscheinen diese weichen Theile oft sehr schön gefärbt, allein ausserhalb dieses ihres Elements sind sie nur ein brauner, über den Steinkern verbreiteter Schleim.

Der Wachsthum dieser Riffe von, festes Gestein aufführenden Korallen ist gänzlich auf die wärmern Gegenden der Erde beschränkt und dehnt sich selten mehr als 2 oder 3 Grade über die Wendekreise hinaus. Sehr reich an Koralleninseln ist das Stille Meer auf einem Raum 13 Grad nördlich und 13 Grad südlich von dem Aequator, ferner der Arabische und Persische Meerbusen, so wie auch das Meer zwischen der Küste von Malabar und der Insel Madagaskar.

Von den zahlreichen Zoophyten-Gattungen, die mit dem Bau von Korallenbänken beschäftigt sind, gehören die gewöhnlichsten zu den Geschlechtern Astrea, Porites, Madrepora, Millepora, Caryophyllia und Meandrina. — Die Gattungen, welche am fleissigsten mit dem Bau der Riffe beschäftigt sind, leben nicht tiefer als 25 bis 120 Fuss unter dem Wasser und nur einige lieben das tiefere Meer.

Die Korallenriffe haben eine verschiedenartige Form, die bemerkenswertheste und zahlreichste im Stillen Meer ist aber die kreisförmiger oder ovaler Ringe von trocknem Lande, die einen Sumpf von ruhigem Wasser umschliessen, in welchem Zoophyten und Mollusken in Menge vorkommen. Diese ringförmigen Riffe erheben sich so eben über den Meeresspiegel und sind von tiefem und oft unergründlichem Meer umgeben. Der Ring von Land ist mit hohen Kokusnussbäumen umgeben. Gewisse Zoophyten leben in dem Sumpf, dessen Boden aus weissem Sande besteht, andere am äussern Rande. Obgleich eine stets sehr heftige Brandung auf diese Ränder einwirkt, so hört doch der unmerkliche Bau der Korallenthierchen nie auf, sie überwinden durch ihre anscheinend geringfügige Wirkung jene gewaltige Kraft des bewegten Meeres. Die organischen Kräfte scheiden die Atome von kohlensaurem Kalk einen nach dem andern aus der schäumenden Brandung aus und vereinigen sie zu einem symmetrischen Bau. Myriaden von Bauenden sind Tag und Nacht, Monat auf Monat damit beschäftigt.

Da die Korallenthiere stets unter dem salzigen Wasserspiegel bleiben müssen, so können sie sich nicht durch ihre eigene Kraft über das Niveau der niedrigsten Ebbe erheben. Hat daher ein Riff solch eine Höhe erreicht, dass es bei der

Ebbe fast ganz trocken bleibt, so hören die Korallen zu bauen auf. Ueber dieser Linie sieht man eine zusammenhängende Masse von festem Gestein, bestehend aus den Schalen von Mollusken und Echiniten, deren Stacheln abgebrochen sind, so wie auch aus Korallenbruchstücken, vereinigt mittelst des kalkigen Sandes, der aus der Zerpulverung der Muscheln entstanden ist.

Die Sonnenhitze dringt nun oft in die trockne Steinmasse so, dass sie an manchen Stellen zerspaltet, und die Kraft der Wellen ist daher im Stande, bedeutend grosse Korallenblöcke loszutrennen, zu heben und auf das Riff zu werfen, so dass dasselbe oft so hoch wird, dass nur Springfluthen es mit Wasser zu bedecken im Stande sind. Ausser diesen, die jedoch nur zu gewissen Jahreszeiten stattfinden, liegt der Kalksand ungestört und bietet den Samen von Bäumen und Sträuchern, den die Wellen angetrieben haben, einen Boden dar, auf welchem ein rasches Wachsthum erfolgt. Baumstämme, die durch Strömungen von andern Inseln, oder von Festländern herbeigeführt wurden, finden hier einen Ruhepunkt und mit ihnen kommen, als erste Bewohner, einige kleine Thiere, wie Insekten und Eidechsen. Selbst ehe die Bäume ein Gehölz bilden, nisten Seevögel auf der Insel, zerstreute Landvögel suchen in dem Gebüsch eine Zuflucht und später bauet sich der Mensch Hütten auf den fruchtbaren Boden.

Bei der obigen Beschreibung ist angenommen, dass das feste Gestein aus Muscheln und Korallen, die durch Sand verbunden sind, bestehe; allein man findet auch Massen von einem sehr dichten Kalkstein, selbst in den obersten und neuesten Theilen des Riffs, der nur durch chemischen Niederschlag gebildet worden sein kann.

In diesen Beispielen mag der kohlensaure Kalk von der Zersetzung der Korallen und Testaceen erfolgt sein; denn wenn die thierische Materie fault, so muss der kalkige Rückstand unter Umständen frei gemacht werden, die dem Niederschlag sehr günstig sind, besonders wenn andere kalkige Substanzen, wie Muscheln und Korallen, vorhanden sind, auf welche er abgesetzt wird. Auf diese Weise mögen organische Substanzen

in einen festen Cement eingeschlossen werden und Theile von felsigen Massen bilden.

Die Weite mehrer kreisförmigen Streifen abgestorbener Korallen, die in der Südsee Inseln bilden, beträgt nie mehr als 900 bis 1200 Fuss; die Tiefe der Lagunen ist verschieden und beträgt 100 bis 300 Fuss.

Die beiden andern besonders charakteristischen Eigenthümlichkeiten der ringförmigen Inseln sind die, erstens dass der Streifen abgestorbener Korallen auf der dem Winde zugewendeten Seite am höchsten ist und zweitens dass an irgend einem Punkte des Riffs eine Oeffnung vorhanden ist, welche einen schmalen Durchgang von dem Meere nach der Lagune gestattet.

Machen wir noch folgende allgemeine Bemerkungen über die Korallenriffe, welche entweder linienartig oder ringförmig sind, entweder Inseln oder lange Küstenstriche unmittelbar bekleiden, oder in einer gewissen Entfernung schützen. In dem südlichen Ocean beruht die Vertheilung der Korallenmassen sowohl im Allgemeinen als Einzelnen auf der Annahme gewisser Linien oder vielmehr langer, schmaler Räume im Meere, innerhalb welcher das Land ein stufenweises Sinken erlitten hat und noch fortwährend erleidet und die mit andern langen, im Steigen begriffenen Räumen wechseln. Wo eine Senkung stattgefunden hat, nimmt man ein Wachsen der Korallen auf den unter Wasser gesetzten Punkten an, so dass bei fortschreitendem allmäligen Sinken das Riff immer in gleicher Höhe mit dem Meeresspiegel bleibt. Eine gesunkene Bergkette würde daher den Ursprung einer langen Linie von Koralleninseln oder ein zusammenhängendes Riff bilden, wie z. B. an der Ostküste von Neuholland. Eine einzelne Felseninsel, die zuerst mit einem fransenförmigen Wachsthum von Korallen umgürtet wurde, musste bei fortgesetztem Sinken das Ansehn eines Centralfelsens mit einem kreisförmigen Ring von Korallen erlangen. Endlich musste der Felsen verschwinden, und nichts als ein ringförmiges Korallenriff zurückbleiben, welches eine Untiefe umschloss, die später ausgefüllt wurde.

Denken wir uns nun, statt eines Sinkens, ein stufenweises Steigen oder eine stationäre Lage von irgend einer

Insel, auf welcher ein Kranz von Korallen vorhanden ist, so würde der zunehmende Wachsthum dieser Substanz stets an der Aussenseite stattfinden, und das Land würde nie von einem weitumgürteten Riff durch einen Kanal von tiefem Wasser getrennt sein.

Ein Lagunenriff ist ein Beweis von dem Sinken des Felsens, und umschliessende Riffe oder Felsen mit einem Rande von Korallen liefern dagegen einen Beweis von einer Hebung, wozu noch die Erhöhung durch Muscheln hinzukommt. Wir begreifen daher in dem erstern Fall die Bildung eines langgestreckten Korallenriffs durch das successive Versinken einer Linie von Gebirgsgipfeln unter dem Meeresspiegel; das Ausfüllen eines Meeres mit vielen kleinen ringförmigen Riffen dagegen durch das Sinken inselartiger Felsen. In manchen Fällen lässt sich jedoch die kreisförmige Gestalt einer Laguneninsel durch die Annahme erklären, dass sie auf einem untermeerischen, vulkanischen Krater aufgeführt worden ist.

Quellenabsätze. — Das Quellwasser ist niemals ganz rein, denn selbst das als das reinste erkannte enthält noch Spuren einer Chlorverbindung. Gewöhnlich enthält das Quellwasser Kohlensäure, welche das Meteorwasser schon aus der Luft anzieht und die häufig, da sie aus dem Innern der Erde in Strömen aufsteigt, dem Wasser begegnet und sich darin löst, in grösserer Menge in demselben enthalten ist. Dringt das Wasser durch kalkige Schichten, so nimmt es in diesem Fall viel Kalk auf; ausserdem aber auch Eisen, Mangan, Bittererde, Gyps, Kochsalz, etwas Kieselsäure und diese selbst in ziemlich grosser Menge, wenn es kohlensaures Natron enthält.

Tritt das kalkige Wasser an die Oberfläche, oder in Spalten und Höhlungen, so entweicht durch Verdunstung der Antheil von Kohlensäure, durch welchen der Kalk im Wasser gelöst war, und er scheidet sich nun als einfaches, im Wasser unlösliches Carbonat aus, bildet Tropfstein, Inkrustationen, Tuff. Die fortdauernde Bildung dieser Kalkabsätze kann man in allen Kalk-, so wie auch in allen Sandsteingebirgen sehen, wenn der Gesteinskitt von kalkiger Beschaffenheit ist, ja man beobachtet sie bei vielen Wasserleitungen und selbst bei künst-

lichen Gewölben mit Kalkmörtel, wenn durch dieselben Wasser sickert.

Der Kalktuff oder Travertino, wie die Italiener die Masse nennen, ist sehr allgemein verbreitet und an manchen Stellen, z. B. in der römischen Ebene und um Tivoli, so wie auch in der Auvergne, bei Martres-de-Veyre, sehr mächtig. Er ist im Allgemeinen porös, voll Blasen und Höhlungen und schliesst gewöhnlich Pflanzenreste, Land- und Süsswassermuscheln und bisweilen selbst Menschenknochen ein. In der Auvergne, wo er ein fast 2000 Fuss langes Plateau, welches von drei Seiten vom Allier umschlossen ist, bildet, sieht man deutlich, dass er der Absatz zweier Quellen ist und dass die Zeit seiner Bildung 2000 Jahre nicht übersteigt.

Auch warme und heisse Quellen bilden oft bedeutende Absätze; so die warmen Quellen der Bäder von San Filippo und die heissen Quellen von San Vignone im Toskanischen. Das Wasser der letztern setzt so rasch und in solcher Menge Kalk ab, dass in der Zuleitungsröhre zu den Bädern, die eine Neigung von 30° hat, in jedem Jahre sich eine ½ Fuss starke Tuffmasse absetzt. Eine 15 Fuss mächtige Schicht oder Lage dieses Tuffs gilt, da er sehr fest ist, als ein vortrefflicher Baustein.

Sieht man nun hier von einer einzigen Quelle einen so grossen Kalkabsatz gebildet, und bedenkt dabei, dass unendlich mehr von der kalkigen Masse mit dem Flusswasser fortwährend dem Meere zugeführt wird, als auf der kurzen Strecke vom Ursprung der Quelle bis zum Flussbett abgesetzt werden kann, so ist man im Stande, sich ungefähr eine Vorstellung von der Mächtigkeit und Ausdehnung derartiger Ablagerungen zu machen, wenn ihre Bildung ungestört und unter günstigen Verhältnissen durch einen langen Zeitraum fortgeht.

Warme und heisse Quellen setzen öfters auch Kiesel ab. Am bekanntesten sind die kieseligen Absätze des Geysers auf Island und eben so setzen die heissen Quellen von Washitta in den Felsengebirgen Nordamerikas, mehre heisse Quellen in Indien, so wie die heissen Quellen von San Miguel in den Azoren diese Substanz ab.

Besonders interessant sind die Eisenabsätze einiger Säuerlinge, die in dem Gebirgskessel von Wehr beim Laacher See hervortreten. Sie setzen eine solche Menge Eisenocher ab, dass man stellenweise 10 bis 12 Fuss mächtige Lager dieser Substanz antrifft.

Absatz aus Seen. — Gewisse Seen setzen, in Folge der Verdunstung, fortwährend in ihrem Wasser aufgelöste salzige Stoffe ab. Es gehören dahin namentlich viele Seen zwischen den Flüssen Jaik und Wolga, in der niedrigen barabinischen und irtischischen Steppe und in der Krimm, aus denen sich jährlich eine grosse Menge von Steinsalz absetzt. Die flachen Seen Aegyptens liefern Natron, mehrere Seen in Fezzan Trona, welche sich auch als sogen. Urao aus einem See bei Lalagumilla in Südamerika absetzt.

Muschelmassen und Strandgeschiebe über dem gegenwärtigen Meeresspiegel. — Im nördlichen Europa, namentlich bei Uddevalla in Schweden, findet man zwischen Gneisfelsen bis auf 200 Fuss über dem Meere Anhäufungen von Muscheln, die den in dem benachbarten Meere lebenden Spezien gleichen. Man findet darunter Meereicheln, Balani, die noch fest am Felsen sitzen, der einst Meeresklippe war. Aber auch im Süden findet man solche Muschelablagerungen auf der Halbinsel St. Hospice unfern Nizza, so wie zu Conception in Südamerika und zwar überall an Punkten, die von den Fluthen jetzt nicht mehr erreichbar sind. Strandgeschiebe, durch den Wellenschlag abgerundete lose Steine, so wie sie längs den Küsten im Niveau der Fluth liegen, sieht man bei Plymouth bis 30 Fuss höher abgelagert als die Fluth jetzt reicht und auf der Insel Jura in den Hebriden unterscheidet man 6 bis 7 übereinander liegende Ablagerungen von solchen Strandgeschieben, von denen die höchste wohl 40 Fuss über dem Meeresspiegel liegt. Diese Erscheinungen haben ihren Grund in

Hebungen und Senkungen des Bodens, sie sind eine Folge der Erhebung der Küste. Die Ursache solcher Hebungen können Erdbeben sein, die bekanntlich sehr oft dergleichen Bewegungen, so gut wie auch Senkungen hervorbringen, von denen wir in neuerer Zeit mehre gut bestätigte

Beispiele haben. Das grossartigste derselben liefern die Erschütterungen, welche die Küste von Chili im Jahre 1822 erlitt. Es wurde dieselbe nämlich auf eine Erstreckung von mehr als 200 Meilen in kurzer Zeit 3 bis 4 Fuss emporgehoben, und im Februar 1835 wiederholte sich eine solche Hebung. Im Norden Europas beobachtet man seit langer Zeit eine allmälige Hebung des Landes, ohne dass sichtbare Ursachen vorhanden sind. Sie beträgt in Schweden, nach der Untersuchung von Merkzeichen, die in dem Felsen eingehauen wurden, von Raholmen bis Löfgrundet, in dem Zeitraum von 100 Jahren, im Durchschnitt 4¼ Fuss. Wir müssen hier also eine langsame, gegenwärtig noch wirksame Ursache annehmen.

An andern Küstenstrecken bemerkt man eine Senkung des Bodens bei unverändertem Meeresspiegel. So namentlich an der felsigen dalmatischen und an der flachen italienischen Küste. Bei Pola, Fiume, Zara, Sebenico, auf Lissa u. s. w. sieht man vielfältig den Fussboden antiker Gebäude vom Meere bedeckt, Aschenurnen, Mosaik unter dem Fussboden. Eben so hat man an der Westküste von Grönland Bodensenkungen beobachtet und es ist diese Erscheinung den Einwohnern so bekannt, dass sie kein Haus in die Nähe des Meeres bauen, da sie wissen, dass es später überschwemmt wird.

Es hängen diese Senkungen eben so gut wie die Hebungen von vulkanischen Ursachen ab. Es ist höchst interessant wahrzunehmen, wie beide Erscheinungen noch fortdauern und durch die Geschichte bestätigt werden. — Eins der merkwürdigsten und lehrreichsten Beispiele von successiver Senkung und Hebung einzelner Theile der Erdoberfläche seit den historischen Zeiten giebt uns die Beschaffenheit des Serapistempels bei Pozzuoli, in der Bucht von Bajä unweit Neapel. Man sieht dort noch aufrecht und in ihrer ursprünglichen Stellung drei Marmorsäulen, die in etwa 15 Fuss Höhe über dem jetzigen Meeresspiegel einen 3 Fuss breiten Streifen haben, der von Bohrmuscheln durchlöchert, etwas dünner und mit einer kalkigen Kruste bekleidet ist. Der untere, bis zur Ausgrabung in der Erde stehende Theil der Säulen ist wohl erhalten, der obere dagegen verwittert. Auch die im Innern

des Tempels theils noch stehenden, theils liegenden Säulen und Säulenstücke sind von allen Seiten von Bohrmuscheln durchlöchert und nur die harten Granitsäulen blieben unversehrt. Dagegen sind auch diese mit einer kalkigen und unreinen Kruste überzogen, wie sie das Meer überall auf die von seinen Rändern berührten Gegenstände absetzt.

Erwägen wir alle bei diesem höchst interessanten Fall obwaltenden Umstände, so müssen wir annehmen, das Meer sei einst, in Folge der Senkung der Küste, ins Innere des Tempels eingedrungen, habe ihn lange Zeit bedeckt, zahlreiche Bohrmuscheln genährt, und den Tempel später, bei erfolgter Wiedererhebung der Küste, verlassen, von welcher Zeit an er in dem Zustande verblieb, in welchem man denselben bei der Ausgrabung im vorigen Jahrhundert fand. Die Zeit der Senkung des Tempels ist ungewiss, seine Wiederemporhebung aber hat wahrscheinlich gegen das Ende des 15. und zu Anfang des 16. Jahrhunderts stattgefunden. Um jene Zeit wurden ansehnliche Landstrecken vom Meere entblösst, Pozzuoli wurde wiederholt von starken Erdbeben heimgesucht und 1568 wurde durch Hebungen, so wie durch vulkanische Auswürfe der Monte Nuovo gebildet.

Die Ablagerungen von Muschelmassen und Strandgeschieben, die man an vielen Orten 30 bis 40 Fuss über dem jetzigen Meeresspiegel antrifft, Bildungen, die einst am Meeresrande abgesetzt wurden, sind demnach durch eine später erfolgte Hebung der Küste in ihre jetzige Lage gebracht worden. Sehen wir mehre solche Ablagerungen stufen- oder terrassenförmig übereinander, so geben uns diese den Beweis von wiederholten Bodenhebungen.

Die in der neuen Formation vorkommenden organischen Reste stammen von jetzt noch lebenden Thieren und Pflanzen her; nur einige wenige gehören zu untergegangenen Geschlechtern. Dass die in verschiedenen Ländern zu gleicher Zeit und unter gleichen Verhältnissen in den neuen Bildungen eingeschlossenen Reste doch gänzlich verschieden sind, ist eine Folge der in der jetzigen Periode der Erdbildung durch Klima, Boden u. s. w. bedingten geographischen Verbreitung der Pflanzen und Thiere.

Mehre Thiergeschlechter, die seit dem Auftreten und der Ausbreitung der Herrschaft des Menschen ausgestorben, oder andere, die seit dieser Periode von ihren ursprünglichen Wohnorten gänzlich oder theilweise verschwunden sind, beweisen deutlich, welche Veränderungen die organische Welt erlitten und welchen Einfluss auf diese Veränderungen der Mensch gehabt hat.

Der Riesenhirsch (*Cervus eurycerus*), dessen Geweih 8 Fuss lang war und dessen Reste man in Torfmooren findet, soll erst in der Mitte des 16. Jahrhunderts erloschen sein, obgleich er schon lebte, als Mitteleuropa noch von Elephanten belebt war, da man seine Reste mit denen des letztern zusammen findet.

Auch das Mastodon, dessen Reste am häufigsten im Morast des Ohio in Nordamerika und nur in jenem Lande vorkommen, scheint noch im Anfange dieser Periode gelebt zu haben. Man hat in Amerika ganze Skelette davon zusammengestellt.

Die Dronte (*Didus ineptus*), 1599 auf der Insel St. Moritz gefunden, ein Vogel aus der Familie der Trappen und von der Grösse des Schwans, lebte auch auf der Insel Bourbon und ist in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts ausgerottet und verschwunden, da man seit jener Zeit gar keine Spur von ihm gefunden hat. Dagegen kommen auf der Insel Rodriguez Knochen desselben in Kalktuff eingeschlossen vor.

Auf gleiche Weise werden mehre andere Thiere, die stark verfolgt werden, wie z. B. der Vogel Kiwi (*Apteryx australis*) auf Neu-Seeland, seiner vortrefflichen Federn wegen und weil er unbeholfen ist und weder schwimmen noch fliegen kann, ferner der Seehund und mehre Andere, nach und nach ganz ausgerottet, oder wenigstens sehr vermindert werden. Ueberhaupt vermindert sich die Zahl der im Naturzustande lebenden Thiere fortwährend durch die rastlosen Nachstellungen der Jäger, ihr rücksichtsloses Niedermachen und dadurch, dass der Mensch Länder und Seen, Wälder und Flüsse, die den Thieren Nahrung und Schutz gewährten, seiner Herrschaft unterwirft und seinen Zwecken aneignet. Am auffallendsten zeigt sich dies in Nordamerika, wo die Thiergeschlechter mit

den Urbewohnern vor dem Andrange der Civilisation zurückweichen und ihr zum Opfer fallen.

Unter den in den neuesten Bildungen gefundenen thierischen Resten fallen besonders die von Menschen auf. Man findet sie im Torf, im Schutt und Kalktuff, im Sande und in Höhlen. Wir sahen schon weiter oben, dass sich im Torfe thierische Reste, vermöge dessen Zusammensetzung und der im Innern seiner Masse stattfindenden Entwickelung von Kohlensäure und Kohlenwasserstoff, wobei der eingedrungene Sauerstoff der Luft absorbirt wird und der äussere beinahe ganz ausgeschlossen ist, ausserordentlich lange erhalten. Es kann daher nicht befremden, wenn man im Torf Leichname findet, die, obwohl sie Jahrhunderte lang darin vergraben lagen, doch noch wohl erhalten sind. — An der Küste von Guadaloupe fand man mehre Menschenskelette, in einer sich jetzt noch fortbildenden Kalktuffmasse eingeschlossen, welche Korallen- und Muschelreste des umgebenden Meeres und einige auf der Insel lebende Landschnecken enthält. Ohne Zweifel rühren diese Menschenreste von an der Küste verunglückten oder begrabenen Individuen her. Im Sande der afrikanischen Wüste findet man öfter menschliche Leichname, die von der Sonne ganz ausgetrocknet sind. In Höhlen hat man, wie wir bereits, weiter oben, bei diesen erwähnten, in Frankreich und Belgien Menschenknochen, theils mit Knochen jüngerer und älterer, in jenen Gegenden jetzt nicht mehr lebender Thiere gefunden.

Die Kenntniss der Veränderungen, welche in der jetzigen oder historischen Zeit, seitdem der Mensch als vernünftiges und denkendes Wesen die Erde beherrscht, an deren Oberfläche sich ereignet haben, seien ihre Wirkungen nun zerstörend oder bildend, gewährt uns auch eine Einsicht in die Vorgänge, welche bei der Bildung der Schichten und Massen der Erdrinde stattgefunden haben. Die Kenntniss der Vorgänge der jetzigen Periode in der Geschichte der Erde deutet an, wie die Erdschichten überhaupt entstanden sind und sie macht uns auf manche Umstände aufmerksam, welche dabei mitgewirkt haben.

Das Studium der Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche ist

daher ein sehr wichtiges Hülfsmittel für das Studium der Geologie. Wir können hier nur einen kurzen Blick auf diese

GESCHICHTLICH NACHGEWIESENEN VERÄNDERUNGEN DER ERDOBERFLÄCHE,

von denen das Menschengeschlecht zu allen Zeiten, in welche die auf unsere Zeit gekommenen Ueberlieferungen hinaufreichen, Zeuge gewesen, und noch jetzt ist, werfen. Sie bestehen vornehmlich in folgenden *):

Umsichgreifen des Meeres und allmälige Zerstörung der Festländer und Inseln an ihren Ufern, und Vernichtung ganzer Inseln.

Zerstörung der über die Meeresfläche emporragenden festen Theile der Erdoberfläche durch die Einwirkung der Luft und des Wassers und dadurch bewirktes Herabführen der festen Bestandtheile von höhern in niedere Gegenden und auf den Grund der Meere, wodurch die Berge und Höhen erniedrigt, ihre Abhänge verflächt, die Thäler erweitert und vertieft, die sogenannten Deltas an den Mündungen der Ströme und die Flachländer um die Ufer der Meere gebildet werden, auch der Boden des Meeres selbst erhöht wird.

Veränderungen im Laufe der Flüsse und Ströme und gewaltsame Durchbrüche durch natürliche Dämme; Veränderungen in der Form der Landseen und Thäler, welche durch grosse ausserordentliche Wasserfluthen gewaltsam bewirkt werden.

Einstürzen und Herabgleiten von Felsen und Bergwänden, wodurch ebenfalls die Gestalt der Thäler, Flüsse, Landseen, auch der Meeresküsten verändert werden kann, manche Landseen ganz oder zum Theil ausgefüllt werden und der Boden derselben erhöht wird.

*) Wir entnehmen das Folgende aus des verewigten v. Hoff's „Geschichte der durch Ueberlieferung nachgewiesenen natürlichen Veränderungen der Erdoberfläche" (4 Bde. Gotha 1822—1841), welches Werk nebst Lyell's „Grundsätzen der Geologie, oder die neuen Veränderungen der Erde und ihrer Bewohner in Beziehung zu geologischen Erläuterungen." (Uebersetzt aus dem Engl. von dem Verfasser dieses Werks — Weimar 1841 und 1842) hier zu erwähnen ist.

Anhäufen des Sandes an einigen, Wegführen desselben von andern Stellen der Erdoberfläche, und von dem Boden der Meere, wodurch die sandigen Niederungen am Meere, die Dünen und die Sandwüsten im Innern der Länder gebildet werden.

Bedeckung des trockenen Landes sowohl, als des Meeresgrundes mit Ausflüssen und Auswürfen steiniger, theils geschmolzener, theils starrer Massen aus dem Innern der Erde durch die Mündungen der Vulkane, wodurch der Boden des trocknen Landes oder auch des Meeres erhöht wird, ja ganze Berge und Inseln gebildet werden.

Einsinken des festen Bodens, wodurch Vertiefungen und Landseen entstehen.

Erhebung des Bodens von innen heraus, wodurch ebenfalls Berge oder im Meere, in Seen und Flüssen Inseln entstehen, oft auch ganze Strecken Landes in eine höhere Lage gebracht werden.

Erhöhung des Meeresgrundes und Bildung neuer Inseln und Klippen durch den Bau der Korallenthiere.

Dass alle hier genannten Wirkungen in allen Theilen der Erdoberfläche und zu allen Zeiten erfolgt sind, — zum Theil in gar nicht kleinem Massstabe,— und noch jetzt unter unsern Augen erfolgen, davon sind geschichtlich bewahrheitete Fälle in nicht geringer Menge vorhanden. In allen diesen Fällen aber haben sich nur diejenigen Kräfte wirksam gezeigt, aus denen wir alle übrigen Naturerscheinungen hervorgehen sehen, deren nächste Ursache dem Naturforscher nicht unbekannt, sondern ihm wenigstens bis zu gewissen Grenzen erklärbar sind, und in denen sich wenigstens nichts Abweichendes von und nichts Widersprechendes gegen den Gang wahrnehmen lässt, den alle übrigen Naturerscheinungen nehmen. Alle diese Ereignisse haben ferner stets nur gewisse, mehr oder weniger ausgedehnte Theile der Erdoberfläche getroffen und von keiner einzigen von allen oben angeführten, die Gestalt der Oberfläche abändernden Wirkungen ist bekannt geworden, dass sie sich plötzlich und zu gleicher Zeit über die ganze Oberfläche der Erde erstreckt hätte.

Die auf jenen verschiedenen Wegen hervorgebrachten Veränderungen, so weit wir sie durch Ueberlieferung kennen und nicht blos durch Anwendung von Aehnlichkeiten muthmassen, erscheinen in Beziehung auf die ganze Erdoberfläche allerdings nur klein. Bezieht man sie auf den Zeitraum, der die uns jetzt zugänglichen Nachrichten von früherer Gestaltung der Erdoberfläche umfasst, so findet man, dass die Gestalt der Länder, der Höhen und Tiefen der Meere, Landseen u. s. w. im Ganzen äusserst wenig — man kann fast sagen, so gut wie gar nicht — verschieden ist von derjenigen, die sie in dem Zeitpunkte hatten, bis zu welchem unsere Ueberlieferungen hinaufreichen. Aber der Zeitraum, der zwischen dem dunkelsten Anfange dieser Ueberlieferungen und unserm Jahrhunderte liegt, ist in der That noch nicht gross zu nennen, nur für einen kleinen Theil der Erdoberfläche, für das westliche Asien und für die classischen Umgebungen der Osthälfte des Mittelländischen Meeres umfasst er höchstens 3000 Jahre und kaum so viel. Für die übrigen Theile von Europa und Asien ist er schon um wenigstens 1000 Jahre kürzer, und für das mittägliche Afrika und ganz Amerika umfasst er nur wenige Jahrhunderte.

Dagegen beweisen viele und wichtige Wahrnehmungen, von denen die Verhältnisse der sich in den jüngsten Erd- und Felsschichten findenden Ueberreste organischer Wesen der Vorzeit ein Beispiel abgeben mögen, dass das Wesentliche der Erdoberfläche oder Erdrinde, aller äusseren Veränderungen ungeachtet, lange, sehr lange Zeit vor diesen 3000 Jahren, wenn auch nicht von ganz gleicher, doch von sehr ähnlicher Gestalt, aber unfehlbar von ganz gleicher Natur und Beschaffenheit gewesen sein muss, wie man dieselbe noch jetzt findet. Daraus folgt, dass die mit derselben jetzt vorgegangenen Veränderungen nur die äussere Gestalt dieser äussersten Erdrinde, die Umrisse der Länder und Inseln (den Grundriss oder wagerechten Durchschnitt der Oberfläche) und die Umrisse der Höhen und Tiefen (den senkrechten Durchschnitt) betroffen haben, nicht aber die innere Beschaffenheit.

Erkennen wir nun die deutlichsten Spuren davon, dass in dem zwischen der anscheinend ersten Ausbildung dieser im

Wesentlichen unverändert gebliebenen, und nur in der Gestalt einzelner Theile seit 3000 Jahren hie und da veränderten Erdrinde und dem Zeitpunkte, da das menschliche Geschlecht — so viel wir nämlich wissen — zuerst angefangen hat, Etwas von solchen Veränderungen wahrzunehmen, inneliegenden Zeitraume, dessen Grösse zu ermessen wir kein Mittel haben, dass in diesem Zeitraume ebenfalls schon Veränderungen vorgegangen sein müssen, die den uns selbst wahrnehmbaren vollkommen gleich sind, wie z. B. die Deltabildung, das Ansetzen von Land, das Zerstören der Küsten, die Erhebung und das Einsinken des Bodens u. s. w.; so werden wir uns genöthigt finden, den Theil dieser Erscheinungen, von welchem wir selbst Zeugen sind, nur als eine Fortsetzung der schon früher eingetretenen und durch einen langen Zeitraum thätig gewesenen Wirkungen ganz gleicher Ursachen zu betrachten.

Da aber der Theil dieser Erscheinungen, den unsere Gattung während 3000 Jahren selbst beobachtet hat, im Verhältniss zum Ganzen der Erdoberfläche so klein ist und die vor Augen liegenden Spuren derselben Wirkungen auch noch früherer Zeit Veränderungen zeigen, die im Verhältnisse zu den ersteren sehr gross und selbst im Verhältniss zum Ganzen gar nicht klein sind, so darf man wohl nicht anstehen zu behaupten, dass jenen 3000 Jahren ein ausserordentlich viel grösserer Zeitraum vorausgegangen sein muss, während dessen immerfort gleiche Veränderungen mit der Gestalt der Länder und Inseln, der Flüsse und Seen, der Höhen und Tiefen vorgeschritten sind, und zwar immerfort durch dieselben Ursachen hervorgebracht, welche sie noch heut zu Tage bewirken, und ohne dass die eigenthümliche innere Natur und Beschaffenheit der Erde und die auf dieselbe wirkenden Naturkräfte die mindeste Veränderung erlitten haben.

Die Veränderungen selbst ereignen sich, wie oben gezeigt worden ist, zum Theil allmälig und gleichsam unmerklich, oder so langsam, dass sie erst nach Verfluss eines mehr oder weniger langen Zeitraums wahrgenommen werden können, wie die allmäligen Anschwemmungen, die Deltabildung, das Anwachsen des Landes an niedrigen Küsten, die Dünenbildung, das Anhäufen des Sandes am Meeresboden, das Auswaschen

der Thäler u. s. w. Oder sie ereignen sich plötzlich, wie die von ausserordentlichen Fluthen verursachten Durchbrüche, die Berg- und Erdfälle, die durch vulkanische Ausbrüche bewirkten Ueberschüttungen, das Einsinken und Erheben des Bodens durch Erdbeben. Aber bei der einen sowohl als bei der andern Art, so auffallend auch diese gegen jene erscheint, wirken immer dieselben Kräfte, die wir als die Triebfedern aller Erscheinungen in der ganzen Natur erkennen.

Lassen wir diese Erscheinungen beider Arten in Beziehung auf die uns bekannten Naturkräfte, die wir als die Ursachen derselben betrachten dürfen, uns zu Wegweisern dienen in dem Gebiete der Geschichte der Erdoberfläche, und zwar so, dass wir unsere Forschung darüber bei den Erscheinungen der neuesten Zeit und ihren Wirkungen auf die Gestalt der Erdoberfläche beginnen, und von da den Weg Schritt vor Schritt der Vorzeit entgegen verfolgen, so werden wir ungefähr zu folgenden, bald mehr bald weniger sicher begründeten Ergebnissen geführt werden.

Die Umrisse der Länder, d. i. die Gestalt ihrer Meeresufer, verändern sich unter unsern Augen, und die Ueberlieferung berichtet uns aus allen Zeiten Veränderungen, die mit denselben vorgegangen sind. Hervorragungen sind verschwunden, Busen sind entstanden; zusammenhängende Theile des Landes sind durch Arme des Meeres getrennt, getrennt gewesene sind durch Landansatz verbunden worden, Inseln sind entstanden und verschwunden, Flüsse haben ihren Lauf geändert, Thäler und Seen sind verschüttet worden. Da dieses immer geschieht, und während einiger tausend Jahre geschehen ist, so darf man mit Zuversicht behaupten, dass die Länder und Inseln der Vorzeit eine von der heutigen mehr oder weniger verschiedene Gestalt gehabt haben müssen.

Folgen wir auf den von uns aus diesem Gesichtspunkte näher erforschten Theilen der Erdoberfläche den Spuren dieser Veränderungen auch bis zu solchen Punkten, von deren früherer Beschaffenheit zwar die Ueberlieferung Nichts berichtet, an denen wir aber unwiderlegliche Beweise davon erkennen, dass dieselben Ursachen, die wir selbst Veränderungen von ähnlichem oder gleichem Erfolge hervorbringen gesehen haben,

dasselbe und zwar auf ganz gleiche Weise, an Punkten, über welche uns keine Ueberlieferung Aufschluss giebt, bewirkt haben, und dass das, was wir selbst davon noch wahrnehmen, nur die Fortsetzung des früheren dort stattgefundenen Anfanges ist; so können wir wenigstens Andeutungen für die Gestalt der Umrisse herausfinden, welche die Länder und Inseln in dem Zeitpunkte des Anfanges der von uns für neu erkannten Bildungen gehabt haben. Einige Beispiele werden diesen Satz erläutern. Die Ueberlieferung berichtet uns, wie viel in dem Laufe einer gewissen Zahl von Jahrhunderten der Ansatz neuen Landes um die Mündungen des Nil, wie viel die Erhöhung des Bodens in dem Thale dieses Stromes betragen hat. Nun finden wir, dass der von Sand oder Schlamm gebildete Theil des Nilthales sich tiefer in das Land hinein und weit über den Punkt hinaus erstreckt, den die älteste Ueberlieferung als den äussersten gekannt hat. Wir dürfen daher ohne Verwegenheit schliessen, dass die neue Bildung, von der die Geschichte Bericht giebt, nur die jüngste Fortsetzung eines in weit früherer Zeit angefangenen und unterbrochenen fortgeschrittenen Herganges ist. Wir verfolgen die unverkennbaren Spuren desselben landeinwärts, und finden in den Felswänden, die das von einem flachen Schlammboden bedeckte Thal des Nils einschliessen, die Ufer eines uralten Meerbusens, in welchem sich im langen Laufe der Zeit das fruchtbare Unterägypten vom Grunde des Meeres bis über seine Oberfläche erhoben hat. Diese Geschichte des Landes ist nicht kecke Muthmassung, sondern sie ist von der an die Ueberlieferung treulich angeknüpften Beobachtung der Natur folgerecht abgeleitet und so zuverlässig, als der Bericht des glaubwürdigsten Augenzeugen. Wir haben einen von Augenzeugen erstatteten Bericht davon, dass der Monte Nuovo bei Pozzuoli durch einen vulkanischen Ausbruch in zwei Tagen aufgeworfen ist. Die Gegend um ihn her ist unaufhörlich vulkanischen Ausbrüchen und Erdbeben unterworfen und wir sehen in eine Reihe gestellt mehre jenem neuen Berge in Gestalt und Masse völlig ähnliche, dagegen von Bergen anderer Art völlig verschiedene Berge und Hügel. Von der Entstehung dieser letzteren giebt keine Ueberlieferung Bericht, dennoch

aber dürfen wir auch hier ohne Wagniss mit voller Sicherheit behaupten, dass diese Berge und Hügel auf keine andere Weise entstanden sein können, als jener neue Berg, den wir haben werden sehen. So wie hier bei der Landbildung am Nil und bei der Bergbildung in den brennenden Feldern Campaniens, können wir die Erzeugnisse des Vorschreitens neuer Bildung oder Umwandlung, obgleich die Ueberlieferung von demselben schweigt, denen, die unter unsern Augen hervorgebracht werden, vollkommen ähnlich, überall erkennen, und sie auf grosse Erstreckungen verfolgen, ehe wir auf Erscheinungen stossen, bei denen alle auf Ueberlieferung zu bauenden Schlussfolgen nicht mehr zulässig sind und zu deren Erklärung blos die natürliche Beschaffenheit den Schlüssel liefern kann.

Bei jenen durch die neuesten Umwandelungen hervorgebrachten Gebilden thut sich oft noch ein besonderer Umstand hervor, der den Beweis liefert, dass dieselben, wenn auch die Ueberlieferung von ihnen schweigt, doch nur der Anfang von der, der Ueberlieferung bekannten Fortsetzung derselben sind. Dieser besteht darin, dass in der Masse dieser neueren Gebilde fremdartige Gegenstände begraben liegen, wie sie auch die neueste Zeit hervorbringt: organische Naturkörper und Bruchstücke von Naturkörpern von völlig gleicher Art mit denen, die wir um uns her leben und wachsen sehen, und selbst Werke der Menschenhand, die für ein unserer Zeit ähnliches Wirken unserer Gattung in grauer Vorzeit zeugen.

Auf solche Wahrnehmungen, auf solche unverkennbare Aehnlichkeiten der Erzeugnisse oder Ergebnisse und unbekannter Thatsachen mit den uns bekannten von uns selbst wahrgenommenen uns stützend, vermögen wir die Stellen zu bezeichnen, wo Ströme und Flüsse ihre Betten geändert, wo sie Durchbrüche natürlicher Dämme bewirkt haben, wo Seen ausgetrocknet sind und dergleichen mehr, ohne dass Ueberlieferung uns davon Bericht giebt, indem wir an anderen Punkten von gleicher Beschaffenheit genau dieselben Erfolge unter unsern Augen hervorgebracht gesehen, oder durch zuverlässige Ueberlieferung vernommen haben.

Gehen wir einen Schritt weiter, so stossen wir freilich bald auf Erscheinungen, die nicht nur durch keine Ueberliefe-

rung erklärt werden, sondern auf welche auch Wahrnehmungen von ähnlichen an anderen Punkten sichtbar thätigen Wirkungen entweder gar nicht, oder doch nur sehr unvollständig angewendet werden können. Indessen werden wir selbst bei diesen auf Spuren geleitet, die auf eine innige Verbindung der bekannten Wirkungen mit den mehr verborgenen deuten, und oft ein sehr helles Licht über die letzteren verbreiten.

Solche Erscheinungen bieten uns die festeren Felsmassen, in denen zahllose Ueberbleibsel von organischen Wesen und zwar vornehmlich von Geschöpfen, die blos im Wasser und grösstentheils blos im Meere leben, begraben liegen und zum Theil selbst ganz in die Steinart verwandelt sind, die sie umschliesst. Wir finden diese festen Fels- und Steinarten, die durch ihre Anfüllung mit Ueberbleibseln von Bewohnern des Meeres sowohl, als durch ihre Form- und Lagerungsverhältnisse sich unverkennbar als ehemalige Bodensätze des Meeres darstellen, auf dem trocknen Lande, in allen Gegenden der Erdoberfläche über grosse Landstriche verbreitet, auf Anhöhen und selbst auf sehr hohen Bergen, weit vom Meere entfernt, und an Punkten, die das Meer schon vor Jahrtausenden verlassen haben muss.

Von der Bildung dieser Steinmassen ist keine Ueberlieferung bis zu uns gedrungen; aber man hat das Entstehen ganz ähnlicher Gebilde auch in der neuesten Zeit an einigen noch jetzt vom Meere bedeckten Punkten der Erdoberfläche auf dem Grunde des Meeres wirklich beobachtet. Hätten wir für diese Thatsache auch nur die einzige von Donati im Adriatischen Meere gemachte Wahrnehmung, so müsste diese uns schon genügen, um auf einen gleichartigen Hergang auf dem Grunde aller Meere zu schliessen, denn die Natur der Sache erlaubt nicht nur, sie gebietet sogar diese Folgerung. Wir wissen, dass der Ocean und alle Binnenmeere mit unzähligen Bewohnern angefüllt sind und zwar zum grossen Theile mit Bewohnern, deren an sich zarter Körper mit einer steinartigen Hülle umgeben ist, die der Zerstörung durch die Zeit kräftiger widersteht, als jede andere organische Masse. Wir wissen, dass diese lebenden Wesen sich vermehren und absterben und dass ihre todten Ueberbleibsel den Grund des Meeres in unzähl-

barer Menge bedecken und sich auf demselben anhäufen müssen von Geschlecht zu Geschlecht, von Jahrhundert zu Jahrhundert. Wir wissen, dass allen Flüssigkeiten und namentlich dem Wasser die Fähigkeit innewohnt, feste Stoffe aufzulösen, in sich aufzunehmen und die Bildung neuer fester Körper zu befördern. Daher dürfen wir keinen Augenblick zweifeln, dass die grossen Massen von Ueberbleibseln der Meerthiere auf dem Grunde der Meere, durchdrungen vom Wasser derselben, von diesem angegriffen, theilweise aufgelöst, von den durch die Flüsse in das Meer geführten und von dem Meere selbst aufgelöst gehaltenen erdigen Theilen und Salzen durchdrungen und umwickelt, unter dem gewaltigen Drucke der über ihnen stehenden hie und da mehre tausend Fuss hohen Wassersäulen, endlich vielleicht unter Mitwirkung der innern Hitze des Erdballs, zu festen Steinmassen vereinigt werden, in denen bei der in grossen Tiefen im Allgemeinen herrschenden Ruhe und bei der nur unvollkommen stattfindenden Auflösung der härtesten Theile sich diese Geschöpfe, oder wenigstens die Formen und Abdrücke derselben, als Stein erhalten können und werden.

Wir dürfen daher als ausgemacht annehmen, dass der Versteinerungsprozess auf dem Grunde des Meeres, wenn auch nicht überall, doch gewiss auf sehr vielen und weit verbreiteten Theilen desselben, jetzt und immer eben so vorschreitet, wie er in der Zeit vorgegangen ist, in der die Steinlager gebildet wurden, die wir, mit Meergeschöpfen angefüllt, jetzt auf dem trocknen Lande sehen, und dass auf dem jetzigen Meeresgrunde eben solche versteinerungsreiche Lager von Felsart gebildet werden, wie die erwähnten sind. Die Felslager des trocknen Landes, welche Versteinerungen der organischen Schöpfung enthalten, sind zum grossen Theile nicht blos mechanische Bodensätze von Thon, Sand und Schlamm, sondern wirklich chemisch, sogar hie und da krystallinisch gebildete Massen. Dieser Umstand aber giebt durchaus keinen Grund ab, ihre Bildung anderen Ursachen zuzuschreiben als denen, welche auch auf dem Grunde unserer jetzigen Meere vorgehen können; denn es lässt sich keine Ursache ersinnen, welche hinderte, dass auch auf dem Grunde der jetzigen Meere wahrhaft

oder mit mechanischen Erzeugnissen gemischte chemische Steinbildung erfolgen könne. Vielmehr zeugt Alles nicht nur für die grösste Aehnlichkeit, sondern selbst für die fast vollkommene Gleichheit der Natur unserer heutigen Meere mit der des alten Meeres, das die jetzt auf dem trocknen Lande liegenden Bodensätze auf seinem Grunde enthalten hat. Die Geschöpfe, deren Ueberbleibsel man in diesen letzteren findet, zeigen, wenn auch nicht in allen Kennzeichen der einzelnen Arten übereinstimmend, doch im Wesentlichen ihres Baues, und in den Kennzeichen ihrer Geschlechter, Ordnungen und Klassen, die grösste Uebereinstimmung mit den jetzt lebenden Bewohnern der Meere. Wir finden sie in den trocknen Felslagern nach ihren Familien eben so vertheilt, wie in den jetzigen Meeren; wir finden diejenigen Geschlechter oder Familien, die jetzt an festen Punkten, an Felsen befestigt zu leben pflegen, eben so in ganze Bänke vereinigt als Versteinerungen in den Gebirgslagern, aufgethürmt in vielen Geschlechtsfolgen, die grosse Zeiträume hindurch ungestört bestanden haben müssen. Wir müssen daher durchaus zugeben, dass in der entferntesten Vorzeit diesen Geschöpfen die gleichen Bedingungen ihres Daseins geworden sein müssen, welche den ihnen gleichartigen Wesen in unserer Zeit werden; dass folglich die Natur und Beschaffenheit der Meere, in denen sie gelebt haben, dieselbe gewesen sein muss, welche die Meere unserer Zeit zeigen; und dass endlich in jener entfernten Vorzeit dieselben Naturkräfte, und ganz in derselben Weise gewirkt haben müssen, wie wir sie noch jetzt überall wirken sehen.

Die wichtigste Frage für unsere Untersuchung aber, die sich bei dieser Erscheinung aufdringt, ist die: durch welche Ereignisse ist eine Veränderung der Gestalt der Erdoberfläche möglich geworden, mit der nicht nur dem Meere entweder andere, als die von demselben früher inne gehabten Plätze angewiesen worden sind, oder dasselbe doch auf einen kleineren Raum beschränkt worden ist, sondern durch welche auch Theile seines ehemaligen Grundes bis zu mehrern tausend Fuss nicht nur über den Grund, sondern sogar über die Fläche des jetzigen Meeres erhoben worden sind?

Die Lösung dieses Räthsels hat die Geologen früherer Zeit in die grösste Verlegenheit gesetzt, da ihnen die Wahrnehmung einer Erscheinung entgangen war, die den besten Schlüssel zu dieser auf vielfache Weise vergebens versuchten Auflösung liefert, welcher ebenfalls durch Beobachtung von ganz gewöhnlichen, wenigstens sehr häufig vorkommenden Wirkungen immerfort und noch jetzt thätiger Naturkräfte geboten und mit Hülfe der Ueberlieferung gefunden worden ist. Dieses Schlüssels entbehrend, sahen die älteren Geologen sich genöthigt, Erscheinungen und Wirkungen vorauszusetzen, von denen selbst unsere in der letzten Zeit durch die grössten Entdeckungen mancher lange verborgenen Naturkräfte bereicherte und im hohen Grade vervollkommnete Naturlehre sich keinen Begriff machen kann, und Kräfte hervorzurufen, deren Dasein anzunehmen keine Beobachtung und Erfahrung berechtigte, da doch die Erfahrung und die Wahrnehmung von Thatsachen allein uns zur Kenntniss der Natur führt, und allein uns den Weg zur Erklärung solcher Erscheinungen zeigen kann, die wir nicht unmittelbar aus den sie bewirkenden Ursachen hervorgehen sehen. Aus der vermeinten Nothwendigkeit, ein Weltmeer anzunehmen, das über der Erdoberfläche höher gestanden hätte, als die höchsten, jetzt versteinerte Meergeschöpfe enthaltenden Punkte über der Meeresfläche liegen, und aus der wieder hieraus folgenden Nothwendigkeit, die Frage zu beantworten, wohin die ungeheure Wassermasse dieses fast die höchsten unserer jetzt bekannten Bergketten überfluthenden Weltmeeres gekommen sein könne, gegen welche die Wassermenge der heutigen Meere zu einer unbedeutenden Grösse herabsinkt: aus diesen erfundenen Räthseln und dem Bestreben, sie aufzulösen, entstanden die vielen künstlichen, mehr oder weniger sinnreichen, oft aber auch abenteuerlichen geologischen Muthmassungen und sogenannten Theorien der Erde. Einige derselben, so wenig haltbar sie jetzt dastehen, flössen immer hohe Achtung für den Geist ihrer Erfinder ein, die nicht verdienen, dass man ihrer spotte, da sie ihre besten Geisteskräfte aufgeboten haben, um, über die ihnen ohne ihre Schuld abgehende Erfahrung hinaus, durch mühsame Forschung nach unbekannten Naturgesetzen sich der Wahrheit zu nähern.

Wenn gleich diese auf dem von ihnen betretenen Wege nicht zu finden war, so haben doch die meisten dieser Forscher das grosse und dankbar anzuerkennende Verdienst, eine Menge von wirklichen und wichtigen Thatsachen gesammelt und an das Licht gebracht zu haben, die es ihren Nachfolgern weit leichter, ja vielleicht erst möglich machten, auf dem Wege der Erfahrung dem Ziele näher zu kommen.

Ein Theil dieser, sowohl aus den Ueberlieferungen älterer Zeit gesammelten, als auch erst in der allerneuesten Zeit wahrgenommenen Thatsachen hat endlich auch dahin geführt, in bekannten und noch jetzt thätigen Naturkräften die Wirkungen zu erkennen, durch welche die mit versteinerten Meergeschöpfen angefüllten, ja oft ganz aus solchen bestehenden festen Felslager aus der Tiefe der Oceane auf die zum Theil sehr hohen Punkte, auf denen man sie jetzt findet, versetzt worden sind.

Die häufig zu allen Zeiten und an mehren Punkten der Erdoberfläche wahrgenommene, durch Erdbeben und Vulkane bewirkte Emporhebung des festen Bodens auf mehr oder minder grossen Flächenräumen erklärt vollkommen diese grösste, auffallendste und gewiss merkwürdigste Art aller Veränderungen, welche die Erdoberfläche betroffen haben. Man hat diese Erscheinung, so wie das Gegentheil davon, das Einsinken des Bodens, in sehr grossem Massstabe — wenigstens in Hinsicht auf wagerechte Erstreckung — selbst in der neuesten Zeit wahrzunehmen Gelegenheit gehabt. Für die erste giebt die bei dem Erdbeben vom Jahre 1822 erfolgte Erhebung der Küste von Chili auf eine Länge von 100 englischen Meilen ein grosses Beispiel, für die letztere das Einsinken einer Felsenreihe von Lissabon bis Mogador bei dem Erdbeben vom Jahre 1755. Wir wissen jetzt, wie gross in dieser Art sich zu äussern die Wirkungen der Erdbeben sein können, aber wir können darum noch nicht behaupten, die höchste Ausdehnung, den höchsten Punkt dieser Kraft zu kennen. Daher darf die Grösse der Erscheinungen, die wir mit dieser Wirkung erklären wollen, uns nicht abschrecken, diese Erklärung zu Hülfe zu nehmen, auf welche wir durch so augenscheinliche Umstände hingewiesen werden. Die vornehmsten Beweise dafür, dass durch Erhebung des Bodens von innen heraus die

grössten Veränderungen in der Gestalt der Erdoberfläche hervorgebracht werden können, sind folgende.

Die Erdbeben, die das Mittel sind, den festen Boden zu erheben und zu versenken, äussern ihre Wirkung, sobald diese überhaupt auf grössere Landstriche ausgedehnt ist, immer in linearer Richtung durch dieselben; ja man kann auf der Erdoberfläche gewisse, zwar in ihren einzelnen Theilen mehr oder weniger gebogene, aber im Ganzen einer Hauptrichtung folgende Linien nachweisen, auf denen die Erdbeben lange Zeiträume hindurch sich mehr oder weniger oft wiederholen. Auch die Vulkane, in denen dieselben Kräfte, welche die Erdbeben hervorbringen, nur auf eine andere Weise als bei diesen wirken, liegen auf der Erdoberfläche in gewisse Reihen oder Linien geordnet, die in vielen Gegenden mit den Linien der Erdbeben zusammenfallen. Selbst die meisten der von Herrn von Buch sogenannten Central-Vulkane liegen in solchen Reihen. Aber eben so folgen die vornehmsten, ja die allermeisten Höhenzüge auf der Erdoberfläche, die grössten, wie die kleinsten Gebirgsketten, gewissen, zwar auch in ihren einzelnen Theilen mehr oder weniger gebogenen, doch immer im Ganzen eine Hauptrichtung beibehaltenden Linien, und bilden langgestreckte, verhältnissmässig schmale Rücken und Körper.

In diesen linienförmig erstreckten Höhenzügen und Gebirgsketten, wenn dieselben aus geschichteten, zum Theil mit versteinerten Meergeschöpfen angefüllten Felsarten bestehen, findet man die Lager dieser Felsarten längs den beiden Seiten des Höhenzuges entweder an demselben in der Weise emporgerichtet, dass sie seiner ganzen Erstreckung entlang ein Gewölbe bilden, dessen Bogensehne senkrecht auf der Längenerstreckung des Zuges steht, oder man sieht diese Lager nur an der einen der langen Seiten des Zuges emporgerichtet, und an der anderen, statt daselbst wieder abwärts fallend, abgebrochen und ihren entblössten Durchschnitt zeigend, so dass man deutlich wahrnimmt, wie sie von ihrer Fortsetzung abgebrochen, und mit dem abgebrochenen Ende emporgerichtet worden sind, während ihre Fortsetzung neben ihnen in grösserer Tiefe in ehemaliger zum Theil wagerechter Lage noch jetzt

gefunden wird. Oder endlich das Emporrichten der Lager wird zwar wirklich an beiden Seiten des Höhenzuges wahrgenommen, aber sie bedecken den obersten Rücken nicht gewölbartig, sondern sind dort auseinander gerissen und der Zwischenraum zwischen ihnen ist mit fremdartigen Massen erfüllt. Bisweilen sind auch die an den Seiten emporgerichteten Lager nicht durchaus gleichlaufend mit dem Höhenzuge, sondern mit ihren oberen Enden auswärts geworfen, und an einzelnen Punkten zerspalten und verschoben.

Diese Verhältnisse insgesammt beweisen wohl sehr deutlich, dass sie durch Erhebung des festen Bodens nach bestimmten Richtungen, wie wir dergleichen noch jetzt wahrnehmen, hervorgebracht worden sind. Ganz vorzüglich aber wird diese Ansicht dadurch begründet, und das Wirken von Kräften aus dem Innern der Erde auf ihre Rinde dadurch bestätiget, dass die Massen, welche man zwischen den mit Versteinerungen angefüllten Felslagern, da, wo diese auseinandergerissen sind, hervortreten sieht, selbst nicht aus solchen, Versteinerungen enthaltenden Felsarten bestehen, sich auch überhaupt nicht als ehemalige Bodensätze des Meeres ankündigen, sondern, wesentlich verschieden von diesen und von allen aus wässrigen Flüssigkeiten sich bildenden Niederschlägen, sich als mehr oder weniger vollkommen krystallinische und nicht geschichtete Felsmassen zeigen. Diese Massen, die plutonischen und vulkanischen Felsarten, finden sich nicht nur unter und neben den geschichteten Felsarten, sondern sie erheben sich auch da, wo sie zwischen diesen hervordringen, in langen Zügen und Linien hoch über dieselben in die Luft empor, und bilden die höchsten Rücken, oder wenigstens innere dem Rücken gleichlaufende Reihen der grossen Gebirgsketten. Ihre Entstehung wird daher am einfachsten und leichtesten durch die Vorstellung erklärt, dass dieselben im Innern der Erde thätigen Kräfte, welche sich in den mächtigen und weit verbreiteten Wirkungen der Erdbeben und Vulkane zu erkennen geben, die wir fast immer in der Richtung gewisser Linien sich äussern sehen, und die vor unsern Augen beträchtliche Erhebungen des festesten Bodens bewirkt haben, dass dieselben Kräfte es gewesen sind, welche diejenigen Massen, die noch

unter den steinernen Bodensätzen des Meeres lagen, und mit ihnen diese Bodensätze selbst, in linearen Richtungen emporgehoben, bei verstärkter Kraft diese letzteren sogar zerrissen, auseinander getrieben und in die dadurch entstandenen Spalten die tiefer liegenden mehr oder weniger erweichten, ja wohl geschmolzenen krystallinischen Massen hinein und oft noch hoch über die Spalten hinausgetrieben haben. Die Beschaffenheit der Erzeugnisse der jetzt thätigen Vulkane, der steinartigen Massen, welche bei den Ausbrüchen auf die Erdoberfläche gehoben werden, trägt ebenfalls dazu bei, diese Erscheinung auf die Bildung der Hochgebirge durch Erhebung aus dem Innern anzuwenden; denn die Erzeugnisse der Vulkane sind wenigstens zum Theil den Felsarten der Hochgebirge sehr ähnliche krystallinische Massen und wesentlich verschieden von denjenigen, die sich als Bodensätze des Meeres zu erkennen geben.

Wir haben schon erwähnt, dass die Grösse der Erscheinung in den mächtigen Gebirgsketten, und in ihren riesenhaften Gipfeln, kein Grund sein kann, die Ansicht von ihrem Emporheben aus dem Innern der Erdrinde als verwerflich zu betrachten. Zwar hat das Geschlecht der Menschen, wie es scheint, noch keine Alpenkette sich unter seinen Augen erheben sehen; wenigstens ist davon auf uns keine Ueberlieferung gekommen, wenn nicht vielleicht Spuren ähnlicher Erscheinungen in den dunkeln Nachrichten von Sündfluthen, in dem Mythus vom Himmelssturm der Titanen, und in manchen indischen Mythen verborgen liegen. Aber müssen wir durchaus annehmen, dass solche grosse Wirkungen immer gleichsam auf einem Ruck erfolgt seien? Können nicht in den diesen Wirkungen vorzugsweise unterworfenen Landstrichen mehrmals wiederholte, bald grössere bald geringere Erhebungen, wie z. B. die von Chili, ganz allmälig, in langen, sehr langen Zeiträumen, für die unsere Chronologie nicht eingerichtet ist, die grösseren Gebirgsketten zu ihrer jetzigen Höhe emporgetrieben haben? Die jetzt allgemein als thatsächlich angenommene langsame Erhebung des Bodens von Skandinavien möchte ein Beispiel hierzu liefern. Damit wollen wir indessen gar nicht in Abrede stellen, dass allerdings auch dann und wann, hie und da, einzelne plötzliche, sehr gewaltsame und sehr grosse, selbst für

einzelne Landstriche sehr zerstörend wirkende Erhebungen erfolgt sein können. Vielleicht ist es eine solche gewesen, die einst im Norden des vielleicht damals noch nicht bestandenen Baltischen Meeres sich ereignet, und die südbaltischen Länder mit den unzählbaren Blöcken von nordischen Urfelsarten überschüttet hat.

Uebrigens hat die Naturbeobachtung der neuesten Zeit, haben vornehmlich die merkwürdigen Wahrnehmungen und scharfsinnigen Zusammenstellungen Beaumont's, von denen wir am Schluss des Werks noch näher reden werden, sehr einleuchtend dargethan, dass die Erhebung des festen Bodens von innen heraus ebenfalls eine von den Erscheinungen ist, die sich wohl niemals allgemein über die Erdoberfläche verbreitet, sondern nur einzelne Theile derselben zu verschiedenen Zeiten und mehre Punkte zu wiederholten Malen getroffen haben. Das aus der Lagerungsfolge der Felsarten, welche verschiedenartige Versteinerungen enthalten, hervorgehende verschiedene und bezügliche Alter dieser Lager hat Gelegenheit gegeben, auch ein bezügliches Alter der Erhebungen des Bodens oder der Bergketten mit mehr oder weniger Wahrscheinlichkeit zu ermitteln. Denn es ist klar, dass dasjenige als wagerecht gebildeter Bodensatz des Meeres entstandene Felslager, dessen an eine Gebirgskette stossende Ränder an dieser emporgerichtet sind, schon vollendet vorhanden gewesen sein muss, als die Kette emporgehoben wurde, und die Aufrichtung des vormals horizontal abgesetzten Lagers oder doch eines Theils desselben bewirkte. Es ist nicht minder klar, dass ein vom Meere wagerecht abgesetztes Lager, wenn seine an eine Gebirgskette stossenden Enden ihre wagerechte Lage ungestört erhalten haben, entweder ganz und in allen seinen Theilen gleichförmig und ganz zu gleicher Zeit mit der Bergkette gehoben, oder erst, nachdem diese schon emporgehoben war, auf dem Boden des Meeres, dessen Küste sie bildete, in wagerechter Richtung abgesetzt worden sein muss. Dass auch der erste von den beiden hier gedachten Fällen, die gleichförmige und gleichzeitige Erhebung der Bergkette und des an ihrem Fusse liegenden horizontalen Bodensatzes des Meeres, ohne Störung der wagerechten Lage dieses letztern, eingetreten sein kann, ergiebt

sich schon daraus, dass weit verbreitete Lager voll von versteinerten Meerthieren in noch völlig ungestörter wagerechter Lage auf dem trockenen Lande hoch über der Meeresfläche angetroffen werden.

Die sämmtlichen bis hierher erwähnten Erscheinungen und ihr Verhältniss zu einander erlauben nun ohne Zweifel die Ansicht festzuhalten, dass zu ihrem Hervorbringen die gewöhnlich thätigen uns bekannten Naturkräfte, eben so wie wir sie noch täglich wirken sehen, allmälig und gleichförmig, aber in sehr langen Zeiträumen gewirkt haben. Ohne dieses anzunehmen, würde man nicht einzusehen vermögen, wie Bodensätze des Meeres von der Dicke mehrer hundert Fuss, durchaus aus gleichförmiger Masse bestehend, angefüllt mit Millionen von Meergeschöpfen, zu deren Leben und Erneuern viele Jahrhunderte erfordert wurden, sich hätten bilden können. Solche Zeiträume müssen nothwendigerweise bei ungestört und gleichförmig herrschender Ruhe auf dem Grunde des Meeres und in diesem verlaufen sein, ehe einmal an einem oder dem andern Punkte eine Bewegung dieser Massen erfolgte, die doch die allmälige Fortbildung derselben vielleicht nicht sogleich störte, wenigstens nicht ganz hemmte, und erst nach mehrmaliger Wiederholung die ganzen steinigen Bodensätze aus ihrer ursprünglichen Lage empor und endlich über die Meeresfläche hinauf erhob, sie hie und da zerbrach, an einem Ende oder auch gewölbartig aufrichtete und sie zuletzt in trocknes Land verwandelte. Dass aber das Emporheben derselben über die Oberfläche des Meeres wirklich nicht, wenigstens nicht immer, auf Einmal geschehen ist, ergiebt sich für die Erscheinung, wo über aufgerichteten oder zerbrochenen Felslagern neuere Bodensätze des Meeres in ungestört wagerechter Lage (ungleichförmig gelagert) abgesetzt sind. Diese kann das Meer auf jenen gehobenen, gebogenen oder zerbrochenen nur abgesetzt haben, während es dieselben noch beträchtlich hoch bedeckte. Auch diese Erscheinung konnte nur in langen Zwischenräumen ruhiger und allmäliger Wirkung der regelmässig thätigen Naturkräfte hervorgebracht werden, die nur unterbrochen wurden durch einzelne, an zerstreut liegenden Punkten dann und wann

eintretende, plötzlich und gewaltsam wirkende Bewegungen.

Der Gang der Naturerscheinungen auf der Erdoberfläche, den wir seit der uns durch die Ueberlieferung geöffneten Vorzeit und noch jetzt immerfort wahrnehmen, zeigt Nichts, das dieser Vorstellungsweise entgegen liefe; vielmehr Vieles, das sie bestätigt, und eine Menge von Thatsachen, die derselben als Beweise dienen. Seit dem Anfangspunkte unserer Ueberlieferung steht das Weltmeer in seinem Becken, und alle Erscheinungen in demselben sind in diesem dem Menschengeschlechte sehr lang dünkenden Zeitraume unverändert dieselben geblieben, und unstreitig sind während dieser Zeit auf dem Grunde des Oceans mächtige Steinlager, voll von Ueberbleibseln seiner Bewohner, abgesetzt worden. Es haben während dieses Zeitraums sich auch manche gewaltsame Bewegungen in Land und Meer ereignet; sie haben Veränderungen auf dem Lande und an den Küsten hervorgebracht, und sicherlich ebenfalls auf dem Grunde des Meeres, obgleich die Kenntniss des grössten Theils dieses letztern uns entzogen ist und wir nur von sehr wenigen der dort vorgegangenen Veränderungen, und von diesen auch nur etwas Weniges wissen. Aber dürfen wir von dem, was wir davon wahrgenommen haben, und von dem, was wir auf dem trocknen Lande sich ereignen sehen, auf die Ereignisse schliessen, die auf dem Boden des Meeres überhaupt vorgehen können, so müssen wir annehmen, dass, so wie jetzt, auch in der Vorzeit die Wirkungen gewaltsamer und plötzlicher Bewegungen bei weitem nicht gross genug gewesen sind, um in die durch lange Zeiträume fortgehenden Erzeugnisse der mehr gleichförmig und allmälig wirkenden Naturkräfte störend einzugreifen oder sie gar aufzuheben. Kurz alle hier betrachteten Erscheinungen stellen uns keine Verhältnisse dar, welche zu erklären wir anderer Kräfte und Wirkungsweisen bedürften als derjenigen, durch die noch alle natürlichen Erscheinungen auf der Erde hervorgebracht werden.

Da wir nun den ganzen uns bekannten festen Theil der Erdrinde bestehen sehen erstens aus den neuesten Gebilden von der Art, wie sie noch jetzt im grössern oder kleinern Massstabe an den Küsten der Meere, an den Ufern der

grössern Flüsse und in den tief liegenden Gegenden unter unsern Augen entstehen; zweitens aus den sich zwar als oceanische Bodensätze zu erkennen gebenden, mit versteinerten Meergeschöpfen angefüllten, aber hoch auf dem trocknen Lande liegenden Felslagern; und drittens aus den unter und zwischen den Massen sowohl der ersten, als der zweiten Art aus dem Innern emporgehobenen krystallinischen Felsmassen; — so müssen wir die Mittel und Kräfte, welche diese verschiedenen Arten des festen Bodens der Erdoberfläche hervor und in ihre jetzige Lage gebracht haben, als diejenigen und zwar als die einzigen ansehen, durch welche die jetzige Gestalt der Erdoberfläche in ihren Grund- und Hauptformen gebildet worden ist, und annehmen, dass in diesen grösseren Formen immerfort viele Veränderungen allmälig erfolgt sind und noch erfolgen theils durch dieselben Mittel und Kräfte, theils auch durch die fortdauernden Wirkungen des fliessenden Wassers, des Luftkreises und des organischen Lebens.

Da ferner erstens die Massen der ersten von den drei angegebenen Arten auf denen der zweiten ruhen, und, wie gesagt, nur an den Küsten der Meere und in den tiefsten Theilen des Landes gefunden werden; da zweitens die der zweiten Art den Hauptbestandtheil der festen Erdoberfläche ausmachen, die grössten Flächenräume auf dem trocknen Lande einnehmen, und alle kleinern Anhöhen und niedrigen Höhenzüge bilden; und da endlich drittens die der dritten Art sich in langen und verhältnissmässig schmalen Streifen durch die von den beiden ersten Arten eingenommenen Flächen hinziehen, oder als einzelne Gruppen, auch wohl nur als einzelne Punkte aus denselben hervortreten, so müssen wir die Gebilde der ersten und zweiten Art und besonders die Lager, in denen versteinerte organische Wesen enthalten sind, als den vorwaltenden Theil der jetzigen festen Erdoberfläche und die letzteren insbesondere als den vorwaltenden Theil einer schon in älterer Zeit bestandenen betrachten, in und auf welcher späterhin immerfort Veränderungen bewirkt worden sind, durch wiederholtes Emporheben, Zerreissen, Verschieben, Durchbrechen, Abnagen und Bedecken mit Trümmern ihrer selbst und der unter ihr emporgetriebenen Felsmassen.

Beruht diese Vorstellungsweise auf Wahrheit, so folgt daraus, dass eben jener vorwaltende Theil der Oberfläche des jetzt trocknen Landes ganz auf dem Grunde des Meeres gebildet, und, fertig wie er war, über denselben, und endlich auch über die Oberfläche des Meeres erhoben worden ist. Dass dieses Emporheben nicht auf Einmal über das ganze Festland, sondern in Ansehung der Oertlichkeit theilweise bald da, bald dort, und, in Ansehung der Zeit, nach und nach geschehen sein muss, werden wir im achten Abschnitt noch näher darzuthun suchen.

Erfolgte das Emporheben auf diese Weise, so mussten zuerst langgestreckte Inseln oder auch Inselreihen über die Meeresfläche hervortreten: die ersten Anfänge unserer jetzigen Gebirgsketten. Diese wurden unstreitig durch das Fortwirken der Ursachen, die sie zuerst hervorgebracht hatten, immer höher emporgehoben. Fernere innere Bewegungen der Erde, welche neue Erhebungen in anderen Richtungen, als die der zuerst erhobenen Ketten hervorbrachten, schufen neue Gebirgsketten, die die ersten untereinander verbinden konnten, sie auch wohl in verschiedenen Richtungen trafen und durchschnitten.

War auf diese Weise erst ein Theil des trocknen Landes, mit Ungleichheiten in Höhe und Tiefe, mit Zerreissungen, Verschiebungen, Spalten und dergleichen Eigenthümlichkeiten der Gestalt, über die Meeresfläche erhoben, so wiesen seine Unebenheiten von selbst allem auf denselben niederfallenden Gewässer des Luftkreises seinen Weg von den höhern nach den tiefern Punkten. Diese wässerigen Niederschläge suchten sich nach dem Gesetze der Schwere die Vertiefungen als Rinnen, in denen sie herabströmten; dem von ihnen einmal genommenen Weg musste alles nachfolgende auf die Fläche niedergeschlagene Wasser folgen, und die erste Rinne wurde so allmälig zum Bette des Baches und des Flusses ausgewaschen. Wo das Wasser rings von Höhen umgeben war, die ein Becken bildeten, da sammelte es sich in solchen Behältern, bis es zu einer Stelle emporgestiegen war, niedrig genug ihm den Ueberlauf zu gestatten, der hierauf immer tiefer eingefurcht wurde. So erhielt der Boden der ersten Inseln und des aus dem

Zusammenwachsen derselben durch neue Erhebungen des Meeresbodens, oder durch Anschwemmung entstandenen Landes allmälig die Gestaltung seiner Oberfläche, die ihm jetzt eigenthümlich ist, und die sich in immer fortschreitender Ausbildung oder Umformung durch dieselben Wirkungen befindet.

Aus dieser Vorstellung folgt weiter: dass es eine Zeit gegeben haben kann, in welcher ein grosser, ja wohl der bei weitem grösste Theil des jetzt trocknen Landes und der Inseln auf dem Grunde des Weltmeers verborgen gelegen hat. Diese Folgerung ist auch von allen Seiten betrachtet auf keine Weise unnatürlich; vielmehr verträgt sie sich vollkommen wohl mit allen übrigen Verhältnissen des jetzt bestehenden trocknen Landes, und zwar insbesondere mit dem zwischen diesem und dem Meere bestehenden Grössenverhältnisse. Die Oberfläche des jetzigen trocknen Festlandes und der Inseln macht ungefähr den vierten Theil der ganzen Erdoberfläche aus, die drei übrigen Viertheile sind vom Meere bedeckt. Die Erhöhung der höchsten Theile des festen Landes über der Meeresfläche, die aber nur von sehr wenigen einzelnen Punkten auf demselben erreicht wird, beträgt höchstens 24,000 Fuss oder gegen eine geographische Meile. Dieser höchsten Punkte aber sind so wenige, und selbst die grösseren Landstrecken, die nur die Hälfte dieser Höhe erreichen, sind so sparsam auf der Erdoberfläche zerstreut, dagegen die Flachländer, die sich nur einige hundert Fuss, oder noch weniger über die Meeresfläche erheben, so gross und weit verbreitet, dass man schwerlich viel mehr als 1000 Fuss für die mittlere Höhe alles trocknen Landes über der Meeresfläche annehmen kann. Die grössten Tiefen des Meeres sind zwar unbekannt, und aus wirklichen Messungen weiss man nur, dass an vielen Stellen desselben sein Grund tiefer als 4700 Fuss unter seiner Fläche liegt. Es ist aber zu vermuthen, und selbst sehr wahrscheinlich, dass der Meeresgrund hie und da unter der Meeresfläche eben so tief liegen kann, als das trockne Land sich an manchen Stellen über dieselbe erhebt. Dürfen wir dieses voraussetzen, und demzufolge für die jetzige mittlere Tiefe des Meeres ungefähr eine der mittleren Höhe des Landes gleiche Grösse annehmen, so würde alles trockne Land in das Meer versenkt

und auf seinem Boden gleich vertheilt, immer noch einen Ocean von drei Viertheilen seiner jetzigen Tiefe übrig lassen, der den ganzen Erdball umgeben könnte, ohne dass die kleinste Insel über seine Fläche emporragte.

So führen also wahrgenommene Thatsachen und Erfahrungen von der Wirkungsart der Naturkräfte darauf hin, dass die Möglichkeit einer einst um die ganze Erdkugel her bestandenen ununterbrochenen Bedeckung alles Festen mit Wasser, oder eines allgemeinen Oceans nicht geläugnet werden kann. Ebenfalls begünstigen diese Wahrnehmungen die Ansicht, dass die Entstehung des gesammten jetzigen Festlandes und der Inseln, so wie die Ausbildung seiner Umrisse und die Gestalt seiner Oberfläche durch dieselben Ursachen, Kräfte und Wirkungen hervorgebracht worden sein kann, welche wir noch jetzt wirken sehen, und dass wir, um diese Erscheinungen zu erklären, nicht nöthig haben, uns nach unbekannten Naturkräften oder nach ungeheuerer Steigerung der Wirkungen der bekannten und nach eben so ungeheuren allgemeinen Katastrophen umzusehen, von denen uns weder unmittelbare Wahrnehmung noch Schlussfolgen aus Erfahrungssätzen der Naturlehre einen Begriff zu geben vermögen.

Ob indessen ein solcher allgemeiner Ocean, ohne alles Land und Inseln, wirklich jemals bestanden hat, das ist eine andere Frage. Beruhte die Annahme eines vormals allgemeinen Oceans nur auf der Wahrnehmung der auf das trockene Land versetzten ausgebreiteten Steinlager voll von Ueberbleibseln ehemaliger Meerthiere, und würde daraus folgen, dass auf allen, ehemals vom Ocean bedeckten Festen sich solche Bodensätze gebildet haben müssten, so würde die Frage vielleicht zu verneinen sein; denn auf beträchtlichen Strecken der Gipfel und Rücken hoher Gebirge sieht man die krystallinischen Felsarten entblösst und nicht von versteinerungsführenden Lagern bedeckt. Wenn man daher nicht annehmen will, dass bei der Emporhebung dieser Rücken alle darauf abgesetzt gewesenen jüngeren Felsmassen gänzlich und ohne Spuren oder einzelne Stücke darauf liegen zu lassen, bei Seite geschoben worden wären — was doch unwahrscheinlich ist —, so muss man annehmen, dass auch Theile des aus krystallinischen Fels-

massen bestehenden Meeresgrundes schon über die allgemeine Meeresfläche emporgehoben worden sein können, ehe sie von Felslagern mit darin begrabenen Meergeschöpfen bedeckt worden waren, dass es daher in dem grossen Ocean schon Inseln, blos aus Urfelsarten bestehend, gegeben haben kann. Bestätigt wird diese letztere Ansicht dadurch, dass eben diese Urfelsarten hie und da unmittelbar mit Steingebilden bedeckt sind, deren Bildung allem Anscheine nach nicht in den Tiefen des Oceans erfolgt ist, sondern wahrscheinlich an Ufern und an tiefen Punkten von Inseln, weil sie Ueberbleibsel organischer Wesen enthalten, die nicht dem Meeresgrunde, sondern tief liegenden, sumpfigen und Küstengegenden anzugehören scheinen, wie die Ueberreste von Land- und Süsswasserpflanzen und dergleichen, die in der Grauwacke, dem Schieferthon, Kohlensandstein u. s. w. enthalten sind.

Alle hier aufgeführten Verhältnisse und Thatsachen liefern den — wir möchten wohl sagen, fast unumstösslichen — Beweis, dass die Festländer und Inseln durch Erhebung, und wenigstens manche Vertiefungen der Erdoberfläche durch Einsinken entstanden sind, und zwar bald an diesem, bald an jenem Punkte, zu verschiedenen Zeiten, und fast auch an jedem einzelnen Punkte nur nach und nach, durch Kräfte, die aus dem Innern der Erde nach oben wirkten, bald da, bald dort, bald stärker, bald schwächer. Sie liefern, wie wir glauben, eben so den Beweis, dass, um die Vertheilung des Landes und Meeres auf der Erdoberfläche zu erklären, und um selbst den Schlüssel zum ersten Anfange der Bildung der jetzigen Gestalt der Länder und Inseln zu finden, man nicht nöthig hat, andere Wirkungen vorauszusetzen, als die des im Innern des Erdballs thätigen chemischen Prozesses. Es will uns bedünken, dass diese Ansicht gar sehr unterstützt wird durch die Geringfügigkeit der Unebenheiten der ganzen Erdoberfläche von den tiefsten Stellen des Meeresgrundes an bis zu den Gipfeln der höchsten Berge. Alle diese und selbst die grössten Unebenheiten erscheinen, gegen die Masse des Erdballs gehalten, kaum wie kleine Blasen und Narben und ein uns glatt erscheinender Billardball enthält deren nach Verhältniss nicht geringere. Setzt man den Unterschied zwischen der

grössten Meerestiefe und dem höchsten bekannten Berggipfel gleich zwei geographischen Meilen, so beträgt er nur $\frac{1}{860}$ des Durchmessers der Erde, und nur ungefähr $\frac{1}{3}$ von der Abplattung des Erdsphäroids. Der mittlere Unterschied der Höhen und Tiefen aber, wenn man ihn, wie wir oben gethan haben, gleich 2000 Fuss setzt, beträgt $\frac{1}{19642}$ des Erddurchmessers und ungefähr $\frac{1}{68}$ der Abplattung.

Man hat daher gewiss nicht nöthig, bis auf kosmische Ursachen und Wirkungen zurückzugehen, um die kleinen Unebenheiten der Erdoberfläche zu erklären. Wenn man hierzu die Axendrehung der Erde zu Hülfe ruft, oder die Anziehungskraft anderer Weltkörper, so lässt man einen Berg bersten, um eine Maus zu gebären. Die Wirkungen, welche diese kosmischen Ursachen und Kräfte auf die Erde und ihre Gestalt ausgeübt haben, sind gewiss der Bildung der jetzigen äussern Oberflächengestalt der Erde lange Zeit vorausgegangen und ohne Zweifel von ganz anderer Art gewesen, als die örtlichen Erhebungen von Land und andere Wirkungen der bei der letzten Ausbildung der Oberfläche thätigen Kräfte. Das unverkennbar erfolgte Emporheben wenn auch einzelner, doch sehr grosser Theile der Erdrinde, die schon längst vor dieser Hebung zu starren felsenfesten Massen ausgebildet und mit Ueberbleibseln der organischen Schöpfung erfüllt waren, und die ihr Dasein und ihre ganze innere Beschaffenheit sowohl als ihre Form nur auf dem Grunde des Oceans während vollkommener Ruhe, und nur in sehr langen Zeiträumen erhalten haben, kann nicht durch kosmische Wirkungen bedingt, es würde vielmehr durch solche nur gestört oder gehemmt worden sein. Die Hauptmasse des Erdballs, seine Grundgestalt, Wölbung, Abplattung, das sind Verhältnisse, die durch kosmische Wirkungen hervorgebracht worden sein müssen; aber diese mussten völlig ausgebildet sein, ehe die Oberfläche durch örtliche Prozesse ihre Beschaffenheit in einzelnen Theilen erhalten konnte. Daher erscheinen uns die Hypothesen, die auch diese letzte Ausbildung der Erdoberfläche von kosmischen Ursachen abzuleiten versuchen, durchaus nicht haltbar, oder wenigstens für diesen Zweck überflüssig, da sie höchstens zur Erläuterung der allerersten Bildungsweise

des Erdballs und des Ursprunges der die Grundlage aller späteren Bildungen, Erhebungen u. s. w. ausmachenden Massen dienen können.

Die Vorstellung von einer allgemeinen Wasserbedeckung des ganzen Erdballs, oder vielmehr von der Möglichkeit, dass eine solche oder wenigstens eine weit beträchtlichere als jetzt und höchstens eine Inselwelt (nach Brongniart's Ansicht) einst bestanden haben kann, ist wohl eigentlich der äusserste Punkt, zu welchem geologische Muthmassungen geführt werden können, in so weit sie sich auf das Wenige, was die Ueberlieferung darüber bietet und auf unmittelbare Beobachtung natürlicher Erscheinungen und unter unsern Augen wirkender natürlicher Kräfte gründen.

Fassen wir alle gemachten Wahrnehmungen zusammen, die sowohl die Ueberlieferung als die Beobachtung der Natur darbieten, so glauben wir die Ansicht festhalten zu dürfen: dass zu Hervorbringung der grössten Veränderung auf der Erdoberfläche, die sich auf derselben von dem Zeitpunkte an ereignet haben, da der Planet überhaupt zu Aufnahme organischen Lebens geeignet war, es keiner ungeheueren, die jetzigen höchsten Berge übersteigenden Wasserfülle, keines Verlaufens derselben in grosse unterirdische Höhlen, keiner Meere von Säuren zu schneller Auflösung der Erden, keiner allgemeinen und plötzlichen über die ganze Oberfläche verbreiteten Katastrophen, weder durch Feuer, noch durch Wasser bewirkt, keiner Veränderung der Lage der Erdaxe und keiner Zerstörung der ganzen organischen Schöpfung bedurft hat, sondern dass alle von uns wahrgenommenen und wahrnehmbaren oder auf den Grund richtiger Naturbeobachtung vermutheten Veränderungen auf der Erdoberfläche nur durch die fortschreitende, im Ganzen zwar allmälig vor sich gehende, doch dann und wann, und hie und da auch schneller und auffallender sich offenbarende Wirkung der uns aus der Erfahrung bekannt gewordenen Kräfte der Natur, im Laufe grosser, sehr grosser Zeiträume hervorgebracht worden sind; ferner: dass das Ziel der Muthmassungen, zu welchem alle diese Wahrnehmungen uns leiten, die Annahme einer ehemals allgemeinen, oder doch weit mehr als jetzt ausgebreiteten

Wasserbedeckung der Erdoberfläche ist; und dass zur Erklärung einiger Erscheinungen, die durch diese Vorstellung allein noch nicht genügend aufgeklärt zu sein scheinen, man höchstens die Hypothese von einer ehemals grössern, eigenthümlichen Wärme des Erdballs und von seiner langsam fortgeschrittenen Abkühlung zu Hülfe nehmen mag. Weiter hinauf in die Geschichte des Erdballs vermögen, bis jetzt wenigstens, weder Ueberlieferung noch Naturbeobachtung den Weg zu zeigen.

Es bleiben uns indessen einige Umstände hervorzuheben übrig, in denen noch mehrere wichtige Gründe gegen die Vorstellung von einer über die ganze Oberfläche der Erde verbreiteten Katastrophe und von Vernichtung einer ganzen organischen Schöpfung enthalten sind.

Eine allgemeine Katastrophirung der Erdoberfläche, nachdem dieselbe schon mit Pflanzen und Thieren bedeckt war, und so müssen doch die Geologen, die dafür stimmen, sich dieselbe denken, müsste Spuren der wildesten Zerstörung überall hinterlassen haben, und vornehmlich der Zerstörung der organischen Wesen als der zerbrechlichsten aller natürlichen Erzeugnisse. Man müsste nach einer solchen Katastrophe entweder die Ueberbleibsel derselben, und zwar ihrer verschiedenen Arten und Geschlechter, Ordnungen und Klassen, überall ohne Ordnung und Wahl wild durcheinander, zertrümmert und zerbrochen; oder man müsste überhaupt — und das würde das Wahrscheinlichste sein — von allen diesen zarten und durch die Kraft aufgeregter Elemente so leicht und augenblicklich zerstörbaren Wesen ganz und gar keine Ueberbleibsel mehr finden. Dass man nach einer solchen Katastrophe gar Nichts von Ueberresten der organischen Schöpfung finden würde, wenigstens Nichts von dem in den neuesten Erdgebilden Aufbewahrten, wird aus mehren Gründen wahrscheinlich. Die in den ältesten der versteinerungführenden Steinlagern enthaltenen konnten zwar allenfalls auch den zerstörenden Wirkungen einer solchen Katastrophe entgangen sein, wenn sie vielleicht schon hoch von andern festen Massen überlagert waren, welche von diesen Wirkungen nicht durchdrungen wurden. Allein die offenbar jüngeren Ueberreste der begrabenen Pflan-

zen- und Thierwelt, wie die des Elephanten und andere, die so nahe an der Oberfläche, und zugleich in so wohl erhaltenem Zustande gefunden werden, würden in solchem Zustande sicherlich nicht zu finden, sondern völlig zerstört worden sein. Es ist überhaupt die Thatsache vorzüglich zu beachten, dass gerade an den Punkten der Erdoberfläche und in den Gebilden der Erdrinde, wo versteinerte oder begrabene organische Reste gefunden werden, immer die Spuren der Ordnung und ruhigen Bildung wahrzunehmen sind, und dass an allen denjenigen Stellen, an denen Spuren von heftigeren Bewegungen unverkennbar sind, die Ueberreste von organischen Körpern fehlen, ohne Zweifel weil sie ihrer Beschaffenheit nach gewaltsamen Angriffen nicht zu widerstehen vermochten, sondern durch solche zerstört wurden. Die Spuren von gewaltsamer Wirkung sind aber nur an den Stellen sichtbar, wo bei Hebung oder Verschiebung von Theilen der festen Erdrinde der grösste Ausbruch der Kraft erfolgt ist, wo diese Theile von der Wirkung derselben unmittelbar berührt, und wo gewöhnlich zugleich Trümmergesteine oder Trümmeranhäufungen gebildet worden sind; und auch da zeigen sich diese Spuren auf eine Weise, welche mehr oder weniger deutlich darthut, dass die gewaltsame Bewegung, die sie hinterlassen hat, nur eine mehr oder weniger beschränkte Oertlichkeit betroffen haben kann. Dagegen findet man selbst in den steil, ja bisweilen fast senkrecht aufgerichteten Flötzlagern, selbst in den dünnsten und bei meilenlanger Erstreckung derselben, die Spuren der Ordnung und Regelmässigkeit, die bei ihrer Bildung obgewaltet haben. Höchstens lassen sich an den äussersten Rändern einiger derselben noch Zeichen einer bei der Hebung eingetretenen Gewalt wahrnehmen. Selbst die Spuren der grössten Wirkungen des strömenden Wassers, die Ablagerungen grosser Massen von losen Geschieben in den meisten Fällen und sogar die Bildung gewisser Trümmergesteine, bei denen ein regelmässiges Streichen und Fallen der von denselben gebildeten Lager zu erkennen ist, zeigen, dass diese Wirkungen durchaus nicht überall plötzlich und gewaltsam erfolgt, sondern allmälig in langen Zeiträumen vorgeschritten sein müssen.

Die ganze von der Ueberlieferung erreichte Zeit — also doch einige tausend Jahre — hat uns nicht ein einziges Beispiel einer allgemeinen, oder auch nur einer über einen grössern Raum, als den von einer geringen Zahl Flächenmeilen verbreiteten Katastrophe aufbewahrt. Von der einzigen Begebenheit, die man für eine solche allgemeine Katastrophe, von welcher die Kunde durch Ueberlieferung auf uns gekommen wäre, wohl hat ansehen wollen, von der grossen Fluth oder sogenannten Sündfluth glauben wir oben dargethan zu haben, dass ihre Allgemeinheit nicht nur problematisch, sondern selbst in hohem Grade unwahrscheinlich ist, dass die davon in mehren Gegenden erhaltenen Sagen sich auf örtliche Erscheinungen deuten lassen, und dass diese keine oder nur unbedeutende Spuren hinterlassen, aber keine Thalbildung, keine Verwandlung von Land in Meer und umgekehrt, oder andere Veränderungen grösserer Art auf der Erdoberfläche bewirkt haben können.

Wenn sich nun begrabene Ueberbleibsel der organischen Welt in so grosser Menge von allen bekannten Klassen der Pflanzen und Thiere finden, ja sogar von noch mehren Geschlechtern und Arten, als die jetzige Schöpfung aufzuweisen hat; wenn in der Lagerung dieser Ueberreste sich überall Regelmässigkeit, Ordnung, Stufenfolge und unverkennbare Spuren der Ruhe und des allmäligen Fortschreitens derjenigen Naturwirkungen zeigen, die diese Ueberreste aufbewahrt, ja man könnte sagen aufbereitet und in ihre jetzige Lage gebracht, oder vielmehr darin erhalten haben; — wenn die zartesten Pflanzen in deutlichen Abdrücken bewahrt, Stämme im Gebirgsgesteine aufrecht erhalten worden sind; — wenn selbst in den jüngsten Erd- und Steinlagern, gerade denjenigen, die man noch am ersten für Ergebnisse gewaltsamer Bewegungen ansehen könnte, wenn selbst in diesen die Gebeine der grössten, wie der kleinsten Thiere, Elephanten, wie Mäuse — oft noch als vollkommene Gerippe und in der Lage des zwar vielleicht plötzlichen aber von keiner gewaltsamen Zertrümmerung begleiteten Todes erscheinen; — warum, müssen wir dann fragen, warum erscheinen denn unter diesen so zahlreichen und mannigfaltigen Ueberresten keine aus der Klasse der

Vögel? — Wir sagen unbedenklich keine; denn die wenigen Beispiele von fossilen Vögelknochen und Ornitholithen, die hie und da ganz einzeln aufgefunden worden sind, verhalten sich zu denen der übrigen fossilen Geschöpfe des Thierreichs nicht wie Eins zu Tausend, vielleicht nicht wie Eins zu Zehntausend.

Eine allgemeine Katastrophe der ganzen Erdoberfläche würde auch diese Thierklasse vernichtet und mit den andern in den Trümmern begraben haben. Wenn daher unsere oben geäusserte Meinung, dass eine allgemeine Katastrophe alle organischen Ueberreste überhaupt so vernichtet haben müsste, dass davon keine Denkmale übrig bleiben konnten, verworfen, und die übrigen fossilen Gebeine wirklich als Denkmale eines solchen grossen Ereignisses betrachtet werden sollten, so müssten sich darunter auch Gebeine aus der Klasse der Vögel finden. Diese gelten zwar unter allen Thierknochen für die mindest soliden und am leichtesten zerstörbaren, dennoch aber würden wenigstens die Knochen der grösseren Vögel gewiss eben so gut und vielleicht besser der Zerstörung widerstanden haben, als die zarten Knochen der Eichhörnchen, Wasserratten und Mäuse und anderer kleinen Säugethiere, die in Menge fossil gefunden werden. Aber die Vögel konnten sich allen auf gewisse Bezirke beschränkten Katastrophen, sie mochten verursacht sein durch Vulkane, oder durch Erdbeben, oder durch Fluthen, so leicht entziehen, dass sie von den Folgen derselben nicht erreicht zu werden brauchten. Die Ueberbleibsel und Gebeine solcher Vögel aber, die im gewöhnlichen Laufe der Dinge in ihrer Heimath natürlichen Todes sterben, sind, eben so wie die der übrigen auf diese Weise absterbenden Thiere, der schnellsten Zerstörung in der Luft und in der vegetabilischen Decke der Erde, auch in den Gewässern, so ausgesetzt, dass sie nicht bis zum fossilen Zustande gelangen, und nur äusserst wenige von Localkatastrophen überraschte werden durch Umhüllung von festen, gegen die Zerstörung schützenden Massen und durch andere zufällige Umstände erhalten worden sein. Die vierfüssigen Thiere, Amphibien, Fische u. s. w. aber müssen, da sie fester an den Boden, den sie bewohnen, gebunden sind, natürlicherweise die Opfer einer

jeden gewaltsamen, auch auf einen kleinen Flächenraum beschränkten Katastrophe werden. Daher werden ihre fossilen Ueberreste in so grosser Menge gefunden.

Nun endlich der Mensch! Müssten nicht, wenn eine allgemeine Katastrophe die ganze Erdoberfläche getroffen hätte, auch von diesem sich Ueberbleibsel finden, und mit ihnen die Spuren der Werke seiner Hand, Bauwerke und Anlagen, die bei weitem so zerstörbar nicht sind als Knochen? Davon aber findet sich Nichts, und doch hat man in der grossen Fluth eine Katastrophe erkennen wollen, der das ganze Menschengeschlecht zum Opfer gefallen sein soll. Aber der denkende, beobachtende und vorsehende Mensch konnte sich ebenfalls, obgleich aus anderen Gründen und auf andere Weise als die Vögel, den ihm drohenden Gefahren örtlicher Katastrophen entziehen durch zeitigen Wechsel des Aufenthaltes, da sie seiner Beobachtungsgabe und seiner Erfahrung sich leicht voraus ankündigen konnten. Gingen die Erhebung von Gebirgsketten und gewissen Theilen der Festländer nur nicht alle plötzlich, und die plötzlichen nicht nach zu grossem Massstabe, viele aber allmälig oder durch wiederholte kleinere Erschütterungen vor sich, was so wahrscheinlich ist, erfolgte eben so wenig gewaltsam und plötzlich die Umwandlung von Festland in Inseln, das Eingreifen des Meeres und das Ansetzen von Land: so konnte der Mensch den damit verbundenen Zerstörungen entgehen. Der Mensch, an kein bestimmtes Klima, an keine beschränkte Station gebunden, sondern an das ganze Erdenrund gewiesen, veränderte allmälig seine Wohnplätze, und, da er sich an alle Klimate gewöhnt, so wurde er von keiner klimatischen Veränderung so überrascht und gefährdet wie Elephanten und Rhinocerosse, und andere, an bestimmte Stationen gewiesene, und in dieser Hinsicht sich einer viel weniger dauerhaften Leibesbeschaffenheit, als der Mensch, erfreuenden Geschöpfe. Schon daraus möchte sich ergeben, warum keine Ablagerungen von fossilen Menschengebeinen gefunden werden. Der Ausbruch des Vesuvs, der Pompeji und Herculanum begrub, war doch in der That eine Katastrophe, die mit überraschender Schnelligkeit eintrat, und doch haben die meisten Bewohner der dabei zerstörten Städte Zeit gehabt sich dem

Verderben durch die Flucht zu entziehen; denn dass dieses geschehen ist, beweist die unverhältnissmässig geringe Zahl menschlicher Ueberbleibsel, die in den ausgegrabenen Städten gefunden werden. Ueberreste aber von Menschen, die nach dem gewöhnlichen Gange des Lebens das ihrige geendigt haben, im fossilen Zustande zu finden, dürfte eben so wenig zu erwarten sein, als es von andern ähnlich organisirten Geschöpfen aus den von uns bereits im fünften Abschnitt angeführten Ursachen zu erwarten ist, wenn nicht ganz besondere Umstände und natürliche Erscheinungen dabei eintreten, wie z. B. bei den fossilen Menschengerippen auf Guadeloupe, die aber weder einer untergegangenen Schöpfung angehören, noch von einer allgemeinen Katastrophe herrühren. Ueberdies sorgen die meisten Menschenstämme dafür, dass die Körper ihrer Verstorbenen einer schnellen Zerstörung übergeben werden; und von den wenigen Völkern, die auch den entseelten menschlichen Hüllen durch künstliche Aufbewahrungsmittel die Unsterblichkeit zu verschaffen bemüht waren, sind uns allerdings Leichen aus hohem Alterthume aufbehalten worden. — Oder war der Mensch noch gar nicht auf Erden, als die Umwandlungen der Oberfläche erfolgten, die uns die Gebeine der Säugethiere hinterlassen haben? — Das scheint allerdings die Meinung vieler, vielleicht der meisten Geologen zu sein. Wir vermögen nicht diese Meinung mit dem zu vereinigen, was wir den ordnungsmässigen Gang der Natur nennen wollen, und was zuverlässig einerlei ist mit dem, was wir in Ehrfurcht Weisheit des Schöpfers nennen müssen. Wir können uns nicht davon überzeugen, dass die Oberfläche des Planeten, während der ungezählten Jahrtausende, in denen der Ocean mit kunstreich organisirten Geschöpfen bevölkert, das Land mit üppigem Pflanzenwuchse bedeckt, den zahlreichen vollkommneren und noch kunstreicher als jene organisirten Säugethieren zum Wohnplatz diente, — dass während dieser Jahrtausende das höchste die Erde schmückende Erzeugniss der Allmacht, der Mensch mit der vernünftigen Seele, von diesem herrlichen Wohnplatze ausgeschlossen geblieben sein soll.

Soll denn der Mensch nicht eher auf der Erde erschienen sein, bis das Ueberhandnehmen der Ungeheuer auf derselben

sie verwüstet, sie zu einem Aufenthalte des Schreckens und Verderbens für ihn gemacht haben würde? — Der Oberalte aller Geologen, Moses, hat in der That hierin eine billigere, mildere Ansicht. Er lässt den Menschen sogleich, da Alles auf Erden zu seinem Empfange fertig war, auftreten und vorerst von jeder Art Ungeheuer nur ein Paar auf Erden neben ihm wandeln, — vermuthlich doch auch nicht alle in Eden. Wenn aber die Herden von Elephanten, Hyänen, Bären und Löwen, deren Gebeine wir im Schutte begraben finden, schon längst vorher die Erde bevölkert hatten, ehe der hülflose Mensch (*inermis*) erschien, da möchte es seinem ersten Aelternpaar schwer geworden sein, das Geschlecht zu gründen. Gewiss ist er frühzeitig mächtig genug geworden, über die kräftigsten Thiere zu herrschen, und, wie wir schon oben geäussert haben, ganze Arten und Geschlechter derselben zu vertilgen.

Wir sind weit entfernt, behaupten zu wollen, dass der Mensch sogleich bei dem Beginnen des organischen Lebens auf der Erdoberfläche aufgetreten sein müsse. Dass dieses nicht unsere Meinung sein kann, ergiebt sich schon daraus, dass wir die Bildung alles trockenen Landes — des einzigen für den Menschen geeigneten Aufenthaltes — der Erhebung aus einem vielleicht, ja wahrscheinlich die ganze Erdkugel umgebenden Meere zuzuschreiben geneigt sind. Auf den ersten emporgehobenen insularischen Landstrichen konnte der Mensch so wenig gedeihen, als jedes andere organisirte Geschöpf, das des Pflanzenreichs zu seiner Erhaltung bedarf. Die Entstehung der Meerthiere und der Pflanzen musste daher der des Menschen voraus gehen. Die ersten Bewohner des neu erhobenen Landes konnten also nur solche sein, denen allenfalls das Meer die Mittel zu ihrer Erhaltung bot. Mag aber die Bildung der Meerthiere, der Landpflanzen und einiger Amphibien der Entstehung des Menschen vorausgegangen sein, so hindert doch Nichts anzunehmen, dass auch der Mensch alsbald auf der Erdoberfläche erschien, als nur Landstriche von einiger Ausdehnung und von solcher Beschaffenheit vorhanden waren, dass seine Erhaltung möglich wurde. Wie wenig aber dazu gehört, das haben Neuholland, Vandiemens-

land und so viele unwirthbare Inseln gezeigt, wo der Mensch im fast thierischen Zustande gefunden worden ist.

War aber der Mensch sogleich nach vollendeter Bildung solcher bewohnbarer Landstriche auf Erden, dann hat auch seine Gattung die Umwandlungen erlebt, welche die Oberfläche nach und nach während vieler Jahrtausende erlitten hat. Wir können uns nicht versagen, hier ein Paar Erscheinungen anzuführen, die für das hohe Alter gewisser Theile der heutigen Erdoberfläche in ihrer jetzigen Gestalt sprechen. Am Senegal fand man unter den Baobab-Bäumen (*Adansonia digitata*) einen, dessen Stamm dreissig Fuss im Durchmesser hatte, und dessen Alter, nach den Jahrringen ermessen, 5150 Jahre war. Das berühmte Taxodium von Chapultepec in Mexico (*Cupressus disticha*) von Einhundert und siebenzehn Fuss im Umfange, scheint noch älter zu sein. Diese Bäume geben wenigstens einen Zeitraum an, binnen welchem die Erdoberfläche von einer allgemeinen Katastrophe nicht getroffen sein kann. Wo aber Gewächse, wie die hier genannten, gediehen, da gedieh ohne Zweifel auch der Mensch.

Darin aber, dass sich keine fossilen Ueberreste von Menschen (wenigstens nicht in eigentlichen Ablagerungen) finden, möchte, aus den oben angeführten Gründen, eben so wenig ein Beweis dafür zu nehmen sein, dass unsere Gattung erst seit sechstausend Jahren und erst seit angeblicher Beendigung aller grösseren Katastrophen der Erdoberfläche, auf derselben wandelte, als der Mangel an versteinerten Vögelknochen einen Beweis dafür abgiebt, dass die Klasse der Vögel zur Zeit solcher Katastrophen noch nicht geschaffen gewesen sei.

Dass die Ueberlieferung nicht höher hinauf reicht, ja dass sie in einer der unsrigen noch um vieles näher liegenden Zeit schon in oft undurchdringliches Dunkel gehüllt ist, beweist eben so wenig für die Jugend des menschlichen Geschlechts. Dieses zeitig eintretende Verdunkeln der Ueberlieferung, ihr Verlieren in Ungewissheit und Dunkel nach verhältnissmässig kurzem Zeitverlauf sollte uns vielmehr darauf führen, von noch älterer Zeit keine Ueberlieferungen zu fordern und zu erwarten, und darum dennoch den Glauben an ein weit höheres

Alter unseres Geschlechtes, als gewöhnlich angenommen wird, nicht aufzugeben. Die Beweglichkeit des Menschengeschlechts, die Vielfachheit, Veränderlichkeit und Vergänglichkeit der Sprachen, die gegenseitige Unbekanntschaft der Völker mit den Sprachen der anderen, der gänzliche Untergang vieler Sprachen, die Wanderungen der Völker und ebenfalls die gänzliche Vernichtung vieler der letzteren unter dem Drucke eingewanderter, jener unterjochenden Fremden, das damit verbundene allmälige Verschwinden jeder Erinnerung an die früheren Schicksale des unterdrückten oder verdrängten Volkes, die Zerstörung seiner Denkmale theils durch des Menschen Hand, theils durch den Zahn der Zeit; — das Alles sind Mittel, und, wie nur zu bekannt ist, Mittel, die seit Jahrtausenden eben so ununterbrochen gewirkt haben, wie die Kräfte der organischen und unorganischen Natur — binnen selbst kleineren Zeiträumen alles von Menschen Bewirkte und Geschaffene aus der Erinnerung zu vertilgen.

Zwar fliegt die Zeit mit Blitzesschnelle und eine kurze Reihe von Geschlechtern vermag oft auf etliche Jahrhunderte zurückzuschauen. Da sollte man denn glauben, es sei nicht schwer, mit Hülfe einiger Sorgfalt das Andenken längst vergangener, ja sehr alter Zeiten festzuhalten. Und demungeachtet sind Ereignisse, die nur in den Anfang dieses kurz scheinenden Zeitraums fallen, schon mit Dunkel und Zweifeln umgeben. Geht man noch um zwei Jahrhunderte über diesen Zeitraum zurück, wie häufen sich da schon die Zweifel und die Ungewissheit über die Art des Hergangs, ja über die Wirklichkeit von Begebenheiten, die die Ueberlieferung aus solcher Zeit berichtet. Und so hüllt sich mit jedem Jahrhunderte, zu dessen Geschichte man hinaufsteigt, das Dunkel dichter um seine Begebenheiten, verdächtiger wird die historische Wahrheit, die Masse der Zweifel grösser, Alles im wachsenden Verhältnisse. Da erlaubt der kritische Forscher sich schon Zweifel an den auffallendsten, an solchen Begebenheiten, die merkwürdig genug erschienen waren, um sich von Mund zu Mund, von Schrift zu Schrift der Nachwelt mitzutheilen. Welches Dunkel z. B. liegt nicht auf Geschichten, wie die in der That nicht hohem Alterthum angehörenden des sächsi-

schen Prinzenraubes, der Jungfrau von Orleans, des Wilhelm Tell, der Päpstin Johanna u. s. w.? Welche Finsterniss deckt nicht die Begebenheiten des noch weiter zurückliegenden Mittelalters? Was wissen wir von den Schicksalen des Nordens, ehe die Römer in einen Theil desselben eindrangen? Wie viele Sprachen sind nicht verloren gegangen, selbst von Völkern, die in Zeiten, aus denen wir fast vollständige Geschichten zu besitzen vermeinen, gross und berühmt gewesen sind? Nacht liegt auf den Geschichten der Karthager und Phönicier, ihre Sprachen sind verschwunden. In Fabeln und Dunkel gehüllt ist die alte Geschichte der Griechen, der Aegypter und der mächtigsten Völker Asiens und Afrika's, und vollends Amerika's; auch ist nicht die entfernteste Aussicht vorhanden, dass die mühsamsten und gründlichsten Forschungen jemals Licht bringen können in das Dunkel, das diese Völkergeschichten verhüllt.

Unsere ältesten, dunkelsten Ueberlieferungen, die mosaischen nicht ausgenommen, sind neue Geschichten, sind Vorstellungen zum Theil mythisch, auf Etwas in noch fernerem Dunkel schwebendes Wirkliche gegründet, zum Theil mit religiösen Systemen verwebt, zum Theil rein dichterisch und phantastisch. Sie wollen Begebenheiten berichten eines noch viele Jahrtausende älteren Geschlechts, das zwar gewiss da war, dessen Andenken aber der Rost ungeheuerer Zeiträume zerfressen hat.

Wenn nun schon die frühere Geschichte von Völkern, die wir seit wenigen Jahrhunderten kennen, für uns in Dunkel gehüllt ist, wenn selbst die der Völker, die vor dreitausend Jahren die wichtigsten Stellen in dem uns bekannten Theile der Erde einnahmen, und die damals grosse Weise, Gelehrte und Geschichtschreiber besassen und den Wissenschaften eifrig oblagen, mit fabelhaften, nicht sehr weit hinter dem Zeitpunkte ihrer Blüthe zurückliegenden Sagen anhebt und diesen Völkern selbst über ihre früheren Wanderungen nichts Zuverlässiges und über ihren Ursprung noch weit weniger bekannt war; — wenn hingegen selbst die frühesten bekannten Wanderungen dieser alten Völker, aus früheren in später von ihnen einge-

nommene Wohnsitze, zum Theil in Schiffen und in einem Zustande, der ihnen gestattete Fertigkeiten und Künste in die neuen Wohnsitze mitzubringen, wie ein Danaus, Kadmus u. s. w. deutlich zeigen, dass dort, wo sie herkamen, schon ein bedeutender Grad von Kultur herrschen musste; wenn man erwägt, welche Zeiträume erforderlich sind, um ein Volk auf einen solchen Grad von Kultur zu erheben; wenn man weiter erwägt, dass die Völker, die uns jetzt als die ältesten erscheinen, schon Sagen besassen aus noch höherem, noch dunklerem Alterthume; — dann wird man doch eingestehen, dass es Verwegenheit sein würde, sich einzubilden, man wisse Etwas vom Alter des menschlichen Geschlechts, oder man werde je im Stande sein, den Anfangspunkt seiner Geschichte aufzufinden, da hierzu weder die Ueberlieferung noch die geologischen Erscheinungen, beide ihrer eigenthümlichen Natur nach, die Mittel darbieten können. Vermögen wir aber dieses nicht, so haben wir auch keinen Grund daran zu zweifeln, dass der Anfang dieses Geschlechtes unendlich viel älter ist als unsere sogenannte Geschichte und als die ältesten aller auf uns gekommenen Ueberlieferungen und selbst Fabeln denselben darstellen möchten.

Glaubte man vielleicht, es müssten sich doch noch weit ältere Denkmale in Bauwerken von solider Art vorfinden als die, welche man wirklich kennt? O wie sehr würde man sich betrügen! Was sind die vergänglichen Werke der Menschenhand? Sie trotzen der Zeit noch weit weniger als die Ueberlieferungen, Sagen und Fabeln. Diese werden allerdings von der Zeit entstellt, übertrieben, verfälscht; aber die körperlichen Werke der Menschenhand werden von jener bis auf die letzte Spur vernichtet. Wohin sind diejenigen gekommen, von denen die ältesten Ueberlieferungen uns noch Kunde geben? Salomons Sprüche hören wir noch täglich, von seinen prächtigen Bauwerken ist Nichts mehr vorhanden. Wo ist Babylon, wo Ninive? und zerfallen nicht schon die verhältnissmässig jungen Pyramiden Aegyptens?

Jedoch es finden sich wirklich Denkmale menschlichen Wirkens aus Zeiten, die unsere Ueberlieferung nicht zu erreichen vermag, wie die Schiffe und Schiffsgeräthe im trocknen Lande,

und Aehnliches — wahre fossile Ueberreste menschlicher Kunst. Und gehören nicht auch hierher — obgleich aus neuer Zeit — die fossilen Städte am Fusse des Vesuv, die Mauern in den Lavaströmen der Roccamonfine u. dgl.? Aber auch diese sind durch örtliche Katastrophen zerstört worden, und solcher Zeugnisse von solchen Ereignissen, die aber sämmtlich für eine allgemeine Umwälzung keinen Beweis liefern, können im Laufe der Zeit leicht noch manche entdeckt werden. Dahin gehören die Spuren der Zerstörungen menschlicher Wohnungen und Werke bei den sieben Pagoden, im Biesbosch, am Dollart, an den Küsten der Bretagne, dahin die verschütteten Städte am Fusse der Alpen: Lagaris, Maja, Plürs, Goldau u. s. w. Von ähnlichen in uralter Zeit, gewiss eben so erfolgten Ereignissen sind Nachrichten und Spuren verschwunden; wer mag wissen, wie tief sie unter Trümmern begraben liegen — nur das tief Begrabene ist gegen Zerstörung geschützt, — wird jemals ein Zufall ihre Spuren zu Tage bringen? Werden Goldau und Lomerz jemals wiedergefunden werden? und sollte das nach einem Paar Tausend Jahren geschehen, wird dann noch Kunde unter dem späteren Geschlechte bestehen von der Art und von der örtlichen Beschränkung der Katastrophe, die diese Spuren der Zerstörung hinterlassen hat? Wer möchte dies mit Zuversicht erwarten? Denn das schmeicheln wir uns doch nicht, dass unsere gelehrten Werke nach zweitausend oder mehren Jahren noch Leser haben werden?

Der Schlusssatz des Gesagten bleibt daher: Weder Ueberlieferung noch Beobachtung der Natur in ihren Erscheinungen geben Beweise für eine einmal erfolgte oder wiederholte allgemeine Umwandlung (Katastrophirung) der Erdoberfläche und für Zerstörung einer ganzen organischen Schöpfung; sondern überwiegende Gründe erlauben nicht nur, sondern fordern sogar, dass man die Veränderungen, die man auf der Erdoberfläche wahrgenommen hat, und noch wahrnimmt, nicht nur als auf einzelne Theile und Gegenden derselben beschränkt betrachten muss, sondern auch dass man sie keinen ausserordentlichen Naturwirkungen, welche aufgehört haben, sondern allein der Wirkung derjenigen Kräfte zuschreiben darf, durch

die man noch jetzt alle und jede Naturerscheinungen hervorgebracht sieht; und dass die für uns unermessliche Grösse der Zeiträume, in welchen diese Kräfte allmälig und immerfort gewirkt haben, genügt, die Veränderungen durch eben diese Kräfte hervorbringen zu lassen.

Schon der Weise von Stagyra, Aristoteles, redet dieser Ansicht das Wort, wenn er sagt:

> „Da aber alles natürliche Entstehen in Hinsicht auf „die Erde allmälig und im Verhältnisse zu unserm „Leben in sehr langen Zeiträumen erfolgt, so bleibt „dieses Entstehen unbemerkt, und eher gehen die „ganzen Völker unter und verderben, ehe von der „Umwandelung des Entstandenen vom Anfange bis „zu Ende eine Erinnerung stattfindet."

und weiter:

> „Es ist also offenbar, dass, da die Zeit nicht auf„hört und das All ewig ist, dass weder der Fluss „Tanais noch der Nil immer floss, sondern der Ort, „wo sie fliessen, einst trocken war. Denn ihr Wir„ken hat ein Ziel, die Zeit aber nicht."
>
> (von Hoff.)

B. MASSIGE BILDUNGEN.

Nachdem wir nun die grosse Klasse der geschichteten Formationen kennen gelernt haben, wenden wir uns nunmehr zu der der ungeschichteten oder massigen (abnormen) Bildungen, die durch das Feuer gebildet wurden. Man unterscheidet diese Bildungen auf den ersten Anblick von den geschichteten und metamorphischen, oder krystallinisch-schiefrigen durch den gänzlichen Mangel an Schichtung oder Schieferung, so wie durch ein ungeregeltes, häufig isolirtes Auftreten. Das vorwaltende Gefüge der Gesteine ist körnig, und an der Stelle der plattenförmigen Absonderung erscheinen eigenthümliche, durch den krystallinischen Charakter der Massen bedingte Strukturverhältnisse.

Der Glimmer und der mit ihm verwandte Talk und Chlorit treten in diesen Gesteinen sehr zurück, wogegen Feldspath und die demselben verwandten Mineralien, so wie die nahe stehenden Hornblende und Augit vorherrschen. Auch der in den geschichteten Formationen, so wie auch in den metamorphischen so verbreitete und vorwaltende Quarz tritt mehr zurück und fehlt sogar bei vielen hierher gehörigen Gesteinen, namentlich bei den augitischen, vollkommen. Dagegen enthalten viele schwarze Körner von Magneteisen, so wie öfter auch Titaneisen und Chromeisen.

Viele massige Gesteine haben dieselben Gemengtheile wie die metamorphischen, wie z. B. Granit und Gneis, und ihr Unterschied liegt blos in der Struktur. Auch werden wir sehen, wie die Gesteine dieser beiden Klassen vielfältig in einander übergehen, so wie auch ein Uebergang des Thonschiefers, einer geschichteten Felsart, in metamorphische stattfindet. Solche Umwandlungen können nur durch eingetretene chemische Wirksamkeit erfolgt sein, die zunächst durch Erhitzung der Masse erregt wurde.

Alle massigen Gesteine haben theils den Charakter völlig geschmolzener Massen, theils solcher, deren Bildung unter Einfluss einer hohen Temperatur erfolgt ist. Jene schmelzen noch fortwährend in den thätigen Vulkanen und wir nennen sie daher v u l k a n i s c h e G e s t e i n e. Die letztern zeigen durch ihr Vorkommen unzweideutig an, dass sie von unten herauf, dass sie aus dem Erdinnern emporgestiegen sind und werden, da ihre Bildung im Reiche des Pluto, des Gottes der Unterwelt, stattgefunden hat, p l u t o n i s c h e G e s t e i n e genannt.

I. GRUPPE DER PLUTONISCHEN BILDUNGEN.

(Franz. *Terrain plutonique*, engl. *Plutonic rocks.*)

Die plutonischen Gebilde erscheinen, wie auch die demnächst zu betrachtenden vulkanischen, in Schnüren, Trümmern, Gängen, in den verschiedenartigsten geschichteten Formationen, dringen in Stöcken und Kegeln in dieselben herauf

und haben den Schichtenverband und die Gesteinsbeschaffenheit der mit ihnen in Berührung stehenden Bildungen mannigfach verändert. Sie haben, wie es die vulkanischen Gebilde ebenfalls thun, die Schichten zu verschiedenen Zeiten aufgerichtet, emporgehoben, durchbrochen und sich durch dieselben den Weg zur Oberfläche gebahnt. Die plutonischen Gesteine sind durch vorwaltenden Feldspath und Quarz charakterisirt, mit diesen kommen gewöhnlich Glimmer und Hornblende vor; der in den vulkanischen Gesteinen allverbreitete Augit erscheint selten. Ein Theil dieser Felsarten, der durch Hornblende und verwandte Mineralien charakterisirt ist, geht in vulkanische Gesteine über.

Die krystallinische Struktur tritt in grosser Auszeichnung auf; Krystalle sehr verschiedener Mineralien erscheinen in vollendeter Ausbildung und dies wie Alles zeigt von chemischer Wirksamkeit. Die Art und Weise, wie die plutonischen Gesteine zwischen geschichtete Gebilde eingedrungen sind, wie sie Zwischenräume ausgefüllt, die Schichten beim Durchbrechen an den Rändern zerrieben und Bruchstücke eingewickelt, wie sie sich endlich über die Oberfläche derselben ausgebreitet haben: alles dies beweist wohl deutlich, dass sie in einem erweichten Zustande aus dem Erdinnern emporgestiegen und sich im zähflüssigen Zustande über einzelne Schichten gelegt haben. Die Veränderungen, welche die damit in Berührung (Contact) gekommenen geschichteten Gesteine erlitten haben, die krystallisirten und krystallinischen Mineralien, die man so oft auf den Contactflächen findet, und die vorzugsweise aus wasserfreien Silicaten, d. h. Mineralien bestehen, deren Hauptbestandtheil Kieselsäure ist, deuten uns den chemischen Vorgang an, der an solchen Stellen, zur Bildung solcher Produkte, unter Einfluss einer höhern Temperatur, vor sich gegangen sein muss.

1. GRANIT,

unstreitig das wichtigste Glied dieser Gruppe, ist sehr verbreitet, bildet kolossale Massen, erhebt sich bis zu den grössten Höhen, und fehlt kaum in einem grössern Gebirge. In den mehrsten tritt er als der innere massige Kern auf,

bald einzeln und inselartig aus den metamorphischen und den verschiedensten Gruppen der geschichteten Formationen hervorragend, bald in längeren Zügen und weit erstreckten Ketten, als deren Centralaxe erscheinend, als der Grundpfeiler, an welchen die geschichteten Bildungen angelehnt sind, oder auf welchem sie ruhen. Nicht selten tritt er auch am Rande von Gebirgsketten heraus und erscheint so als das Gestein, welches die geschichteten Formationen gehoben und aufgerichtet hat.

Die mineralogische Beschaffenheit des Granits ist mannigfaltig und oben im zweiten Abschnitte näher beschrieben worden. Von besonderem Interesse ist die enge Verbindung, in welcher Granit zum Gneis steht; an vielen Stellen, wo die beiden Felsarten in unmittelbarer Berührung mit einander stehen, gehen sie, durch andere Felsarten vermittelt, in einander über. Es lässt sich daraus folgern, dass Granit und Gneis, die aus denselben Mineralien bestehen und nur durch die Art der Anordnung oder Struktur derselben verschieden sind, unter ziemlich gleichen Verhältnissen gebildet worden sein müssen. Berücksichtigen wir dabei, dass Gneiskeile in geschichteten Felsarten eingetrieben vorkommen und dass Schichtenaufrichtungen dadurch veranlasst worden sind, so wird die nahe Verwandtschaft beider Gesteine noch augenscheinlicher.

Häufig findet sich der Granit in metamorphischen oder in Schiefern der Grauwackengruppe in einzelnen Stöcken, die zwischen den Blättern oder den Schieferlagen von unten eingedrungen sind, und die das umschliessende Gestein häufig verändert haben. Er ist oft rissig, oder sehr hart, oder spröde; die Schichtung ist nicht selten undeutlich oder verworren; Kalkstein ist an der Grenze mit Granit und bis auf eine gewisse Entfernung von demselben krystallinisch-körnig geworden und besonders sind dies die ganz von Granit umschlossenen Kalksteinmassen. Auch kommen an den Grenzen stets schön krystallisirte Mineralien, wie Granat, Glimmer, Schörl, Epidot, Hornblende u. a. m. vor.

Die beiden Granitstöcke des Harzes, welche aus der silurischen Formation hervortreten, sind von einem, unter dem Namen Hornfels bekannten Gestein begrenzt, welches nichts

anderes als ein durch Granit veränderter Thonschiefer zu sein scheint; denn man sieht hin und wieder noch unversehrte Schieferstücke in den, den Granit gewissermassen schalenartig umgebenden Hornfelsmassen. Nördlich von Chardum am obern Nil hat der Gebbel el Meluhat, ein aus Granit und Gneis gebildeter, etwa 500 Fuss hoher Kegelberg, den darauf gelagerten Keuper-Sandstein gänzlich verändert. Die Körner desselben sind zusammengefrittet und zusammengebacken und an manchen Punkten ist der Sandstein zu einem dichten, theils weissen, theils bunten Glase geschmolzen; man kann hier die stufenweisen Uebergänge vom unveränderten bis zum völlig verglasten Sandstein beobachten. Dabei sind die Schichten gänzlich aus einander gerissen, das Gestein ist nach allen Richtungen zertrümmert und bildet sonderbare, höchst groteske Felsen. Dieser merkwürdige Punkt beweist sehr deutlich die Emporhebung und Veränderung des Sandsteins durch den Granit; letztere ist gänzlich der gleich, welche Sandsteine im Schmelzofen erleiden. — Etwa 6 Werste von Buchtarminsk, am rechten Ufer des Irtysch in Sibirien, ist Granit in Gängen und stockförmigen Massen durch Thonschiefer heraufgedrungen und hat dessen Schichten steil aufgerichtet; in der Nähe des Granits ist der Thonschiefer voll Glimmerblättchen. Der Granit steht öfters senkrecht neben dem Thonschiefer und zuweilen hängt er förmlich über ihn hin, wie Fig. 97. zeigt. Der Granit hat eine plattenförmige Absonde-



Fig. 97.

rung erhalten. Weiterhin bedeckt der Granit den Thonschiefer auf einer grossen Strecke und zieht sich darüber hin,

wie Fig. 98 zeigt. Ueberall ist die Grenze zwischen Thonschiefer und Granit deutlich und genau zu sehen, der erste



Fig. 98.

hat eine wellenförmige Oberfläche und erhebt sich bald bis 50 Fuss über den Irtysch, bald sinkt er mehre Fuss tief unter denselben hinab.

Aber auch in Deutschland fehlt es nicht an merkwürdigen Beispielen der Ueberlagerung von geschichteten Formationen durch Granit, der aus dem Innern emporgestiegen ist und sich im weichen Zustande über die Schichten hingelegt hat.

Wichtige Punkte dieser Art liegen in der Nähe des Städtchens Hohenstein in Sachsen. Bei Oberau in der Nähe des Tunnels der Leipzig-Dresdner Eisenbahn sieht man in einer kleinen Schlucht den Granit auf einer Strecke von mindestens 20 Fuss über den zur Kreidegruppe gehörigen Pläner-Kalk hingelagert, dessen Schichten gegen den Granit einfallen. Auch südöstlich von Hohenstein sieht man den Granit auf Kreideschichten.

Sehr häufig ist das gangartige Vorkommen des Granits in andern Felsarten von allen Formationen. Sein Erscheinen in grossen, auf Spalten heraufgestiegenen Massen in den westlichen und südlichen Alpen, wobei man jüngere Tertiärschichten davon aufgerichtet sieht, beweist, dass er selbst noch in späterer Zeit aus dem Erdinnern emporgestiegen ist. Häufig sieht man Granitgänge in Gneis, wie besonders im Schwarzwalde, in Schottland, in Schweden u. s. w. Mehre

interessante Punkte dieser Art zeigt auch der Harz. An der Rosstrapp ist der Granit *b*, Fig. 99, in Spalten der Grau-

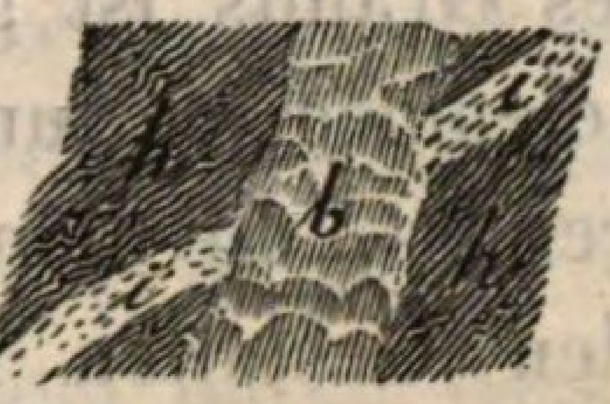


Fig. 99.

wacke *hh* mit Quarzlagern *ii* eingedrungen. Ausserdem kommen aber sowohl an dieser Granitpartie des Harzes, als auch an der grössern des Brockens eine grosse Anzahl von Granitgängen vor, welche Kalkstein, Grauwacke und Thonschiefer durchbrochen haben. — Sehr häufig sind dieselben auch im Gneis und Weissstein beim Städtchen Penig im sächsischen Erzgebirge und es finden sich sowohl hier, als auch in den schon oben erwähnten schwedischen Granitgängen im Gneis bei Fahlun, so wie auch in den bei Miask am Ilmensee und von Mursinsk in Sibirien, eine Menge von zum Theil seltnen Mineralien.

Besonders häufig finden sich aber Granitgänge in der cambrischen Formation in Cornwall. Sie laufen von grossen, unter den Schiefern liegenden Granitmassen aus, dringen in verschiedener Stärke und in mannigfachen Verzweigungen in dieselben hinein und keilen sich zuletzt in feinen Adern aus. In der Gangmasse findet man oft Bruchstücke von Schiefer (*Killas* der Cornwalliser Bergleute).

Auch Gänge von Granit in Granit sind nicht selten und es unterscheidet sich alsdann das Ganze von dem Nebengestein durch die Grösse des Korns oder durch die Farbe. Vorkommnisse dieser Art bieten die Gegenden von Heidelberg, Carlsbad, Marienbad, der Schwarzwald und die Umgebungen von Predazzo im Fassathal dar.

Hin und wieder ist der Granit auch von Porphyren, Dioriten, Serpentin, Basalt und Pechstein gang- und stockförmig durchsetzt. Endlich führt er auch Erzgänge, wie z. B. im Schwarzwalde Kobalt- und Silbergänge bei Wittichen und Schiltag, und im südlichen Schwarzwalde Blei-, Eisen- und Braunsteingänge. In Cornwall und im Erzgebirge enthält er

Zinnerzlagerstätten, indem die Zinnerze auf den Absonderungsklüften gewisser Granitmassen vorkommen.

Die Absonderung des Granits ist gewöhnlich platten- und tafelförmig, auch parallelepipedisch und die Blöcke sind oft zu imposanten Felsen vereinigt, die man in malerischen mauerförmigen und pyramidalen Gestalten in jedem Granitgebirge beobachten kann. Isolirte Granitfelsen zeigen sich zuweilen magnetisch und geben auch wohl eine starke magnetische Polarität zu erkennen, wie z. B. die Schnarcherklippen bei Schierke unterhalb des Brockens im Harz.

Die Formen der Granitgebirge sind, nach ihrer Grösse und Entwickelung, sehr verschieden. Niedrigere zeichnen sich durch sanft verflächte, gerundete und kuppenförmige Berge, durch gewöhnlich bauchförmige und abgerundete Abhänge und durch flache Thäler aus. In höhern Gebirgen aber, wo der Granit in grossen zusammenhängenden Massen erscheint, da steigt er häufig in hochgewölbten Domen auf, und zwischen jähen Abhängen ziehen sich tiefe Thäler hin, deren schmaler Grund oft gänzlich von dem rauschenden Bergwasser eingenommen ist. Häufig bildet er auch zerspaltene, nackte Felsstöcke und wilde Schluchten, die sich zwischen hohen Felsabstürzen hinziehen. Nicht selten tragen die Thäler das Gepräge einer aufgebrochenen Spalte, wie dies z. B. die Thäler der Bode bei der Rosstrapp, der Ocker und der Ilse am Harz, so wie mehre Thäler im Schwarzwalde zeigen. — Erreicht der Granit die Höhe des Alpengebirges, dann bildet er jene zerrissenen zackigen Felsgestalten, jene spitzen Hörner, Thürme und Pyramiden, die uns in den Umgebungen des Montblanc und in andern Theilen der Alpen, so wie in der Tatra, dem Centraltheile der Karpathen, entgegentreten.

Eine eigenthümlich merkwürdige Erscheinung vieler Granitgebiete sind die Anhäufungen loser Blöcke an den Abhängen und an den Seiten und bisweilen auch auf den Gipfeln der Granitberge. Sie liegen gewöhnlich wild und chaotisch durch- und übereinander geworfen und versperren zuweilen die Thäler, so dass sich das Wasser brausend von Block zu Block stürzt, wie im Ocker-, Bode- und Ilsethale am Harz. Man nennt solche Blockansammlungen Felsenmeere oder Teufelsmühlen

und findet ausgezeichnete Beispiele davon am Rammberge und Brocken am Harz, an mehren Punkten im Fichtelgebirge, im Schwarzwalde u. s. w. — Die Ursache dieser Erscheinung dürfte nicht in der Verwitterung zu suchen sein, da die Blöcke zum Theil frisch und eckig sind; sondern vielmehr in der gewaltsamen Erhebung des Granits, wobei sie sich durch die heftige Erschütterung und durch Reibung und Stoss gegen die Ränder von der festen Masse losgetrennt haben. Es liegen die Blöcke vorzüglich auch an den Rändern der Granitmassen, in der Nähe tiefer, spaltenartiger Thäler, die den Granit durchschneiden, so in den Umgebungen des Rosstrappthales, am Rammberge, Rehberge u. a. a. Punkten am Harz, im Fichtelgebirge, am Schwarzwalde u. s. w.

Der Granit erscheint in Europa in allen Höhen vom Meeresspiegel an bis zu den höchsten Punkten, zu denen die Gebirge in diesem Welttheile ansteigen, so am Montblanc bis über 15,000 Fuss. Seine Verbreitung ist, wie schon bemerkt, ganz allgemein. Er bildet, jedoch nicht in ganz zusammenhängenden Massen, die Centralkette der Alpen, ist am Schwarzwalde, in den Vogesen, im Thüringer Wald, im Fichtelgebirge, Harz, Erzgebirge, Riesengebirge, in den Karpathen, ferner im Centralplateau von Frankreich, im Morvan, in den Cevennen, so wie an vielen Punkten in Spanien, Portugal, in England, in Skandinavien entwickelt und bereits in allen übrigen europäischen und aussereuropäischen Gebirgen, wie am Ural, Altai, in Nordamerika, Brasilien, in Centralamerika, in Aegypten, Südafrika, am Himalaya u. s. w. beobachtet.

2. SYENIT

zeigt im Wesentlichen dieselben Verhältnisse wie Granit. Nimmt dieser Hornblende auf, so wird er syenitisch und nimmt dabei der Quarz ab, so geht er allmälig in wahren Syenit über, so dass keine scharfe Grenze gezogen werden kann. Der Syenit erscheint in Stöcken, Keilen und Gängen in geschichteten und massigen Formationen und an seinen Grenzen zeigen sich dieselben Contactbildungen, wie wir sie beim Granit kennen gelernt haben. Eine der ausgezeichnetsten Localitäten für die Beobachtung dieser Verhältnisse ist der Monzoni-

berg im südlichen Tyrol, wo er an einem le Selle genannten Punkt mit Kalkstein in Berührung steht. Der Kalk ist körnig und da wo der Syenit in denselben eingedrungen ist, finden sich viele ausgezeichnete Krystalle von Mineralien, wie Granat, Vesuvian, Spinell und Augit. Bei Weinböhla unfern Dresden, in einem grossen Steinbruch bedeckt der Syenit weithin den Plänerkalk, den man darunter hervorarbeitet, so dass jener nachstürzt.

Besonders häufig tritt der Syenit im südlichen Norwegen, in der Gegend von Frederiksvärn und Laurvig, so wie in den Umgebungen von Christiania und Brevig, in Berührung mit kalkigen Gesteinen, auf und bietet eine Reihe interessanter Contactsverhältnisse dar. — In vielen Fällen beobachtet man den Syenit in Gesellschaft von Granit, Gneis, Feldspathporphyr und verschiedenen Hornblendegesteinen und sein Auftreten in den Schiefern der Grauwackengruppe ist häufig beobachtbar. Diorit, Porphyr und Basalt durchsetzen ihn zuweilen in Gängen.

Erzgänge sind selten im Syenit; es gehören hierher die silberführenden Gänge von Comanja und Quebraloma in Mexiko, die goldführenden Brauneisensteingänge zu Santa Rosa de los Osos u. m. a.

Die Verbreitung dieses Gesteins ist weit geringer, als die des Granits. Im südlichen Norwegen, in Schweden, am Ural und auf Grönland enthält er sehr constant Zirkon-Krystalle, weshalb man diese Abänderung Zirkon-Syenit nennt. In Deutschland findet er sich in den Elbgegenden Sachsens, in den Umgebungen von Weinheim und Auerbach an der Bergstrasse und im obern Innthal. Mächtig entwickelt tritt er in Schottland, so wie in Nord- und in Südamerika auf.

3. Feldspath-Porphyr

hat eine Grundmasse von dichtem Feldspath, in welchem Feldspathkrystalle liegen. Er tritt häufig in Gängen und Stöcken in metamorphischen Gebilden, besonders im Gneis auf und zeigt sich oft in naher Verbindung mit porphyrartigem Granit, in den er auch überzugehen scheint. Er ist ausgezeichnet durch die in ihm liegenden Zinnerzlagerstätten, indem die von Alten-

berg in Sachsen, Zinnwald in Böhmen und der Sierra de Guanaxuato in Mexiko darin vorkommen. Im Schwarzwalde erscheint dieser Porphyr häufig in der Nähe der im Gneis aufsetzenden Erzgänge und diese durchschneiden auch den Porphyr. In Cornwall, wo er *Elvan* genannt wird, durchsetzt er häufig das erzführende Thonschiefergebirge.

Ausgezeichnete Abänderungen dieses Porphyrs finden sich zu Elfdalen in Schweden und am Altai; der erstere und der antike rothe Feldspathporphyr wurden und werden noch zu Vasen und andern Gegenständen des Luxus verarbeitet.

Da die Grundmasse sehr fest ist und der Verwitterung lange widersteht, so ragt das Gestein häufig in nackten, schroffen und grotesken Felsen aus den umgebenden Gesteinen hervor. Bemerkenswerthe Beispiele dieser Art sind die unter dem Namen der Bruchhäuser Steine bekannten fünf isolirten Porphyrmassen am Issenberg im Regierungsbezirk von Arnsberg in Rheinpreussen, die aus Thonschiefer hervorragen. Der letztere ist in der Nähe des Porphyrs verändert und namentlich sind in denselben hineinragende Thonschieferkeile sehr fest, hart und der Grundmasse des Porphyrs ähnlich.

4. QUARZ-PORPHYR

hat eine thonige Grundmasse, in welcher kleine, wohlausgebildete Quarzkrystalle liegen. Er verläuft sich nie in die krystallinisch-körnige Granitmasse, dagegen häufig in eine unreine, erdige Thonsteinmasse, in einen rothen schweren Eisenthon. Sehr oft wird er blasig, zuweilen selbst schlackenartig und hin und wieder geht er in einen achatführenden Mandelstein über. Die Grundmasse ist gewöhnlich roth, häufig aber auch unrein grau, weiss und violett.

Es ist dieser Porphyr sehr innig und sehr charakteristisch mit Sandstein und Conglomerat, die gewöhnlich um ihn gelagert sind, und die häufig Bruchstücke seiner Masse einschliessen, verbunden. Liegen die Trümmergesteine im Innern der Porphyrmassen, in den Thälern zwischen denselben, so zeigen sie gewöhnlich alle Eigenschaften der Reibungs-Conglomerate. An der Aussenseite der Porphyre sind die Conglomerate gewöhnlich deutlich geschichtet und offenbar unter

Einfluss des Wassers gebildet worden. Die mit dem Porphyr in Verbindung stehenden geschichteten Formationen zeigen ganz dieselben Veränderungen, die sie im Allgemeinen an Stellen wahrnehmen lassen, wo von unten heraufsteigende, plutonische Gesteine auf sie eingewirkt haben. Sehr oft sieht man diesen Porphyr in den Bildungen des Rothliegenden, und an sehr vielen Orten auch in naher Beziehung zum Steinkohlengebirge, wie in der Gegend von Halle, bei Waldenburg in Schlesien, im Saarbrückschen u. s. w., in welche Schichten er offenbar später eingedrungen ist.

Zuweilen verschwindet der Quarz und statt dessen erscheint Hornblende oder Augit in der Grundmasse, wodurch sich dieser Porphyr dem Melaphyr nähert. Es ist dies namentlich bei den niederschlesischen Porphyrmassen der Fall. — Er hat eine plattenförmige und parallelepipedische Absonderung. — Oefters findet man Stöcke von Thon in dem Porphyr, wie in der Gegend von Halle und bei Oberkirch im Schwarzwalde. Erze kommen aber nur selten darin vor.

Die Formen des Quarzporphyrs sind minder rauh als die des Feldspathporphyrs und mehr gerundet. Er tritt weit öfter, als dieser, in grössern Massen und in mehr gruppirten Bergen auf, welche kegel- und domartig und in der Regel steil sind, so dass man sie schon aus der Ferne erkennen und von den aus andern Felsarten bestehenden Bergen unterscheiden kann. Die zwischen den Porphyrbergen vorhandenen Thäler sind eng, tief, mit steilen Abhängen und oft nichts als aufgebrochene Spalten.

Der Quarzporphyr hat eine sehr bedeutende Verbreitung; er tritt namentlich an der Südseite der Alpen auf, vom Fassathal ostwärts bis Reichenhall, und weiter fort durch Kärnthen und Krain, und durchaus in naher Beziehung zu dem dortigen grossen rothen Sandsteingebilde. Ferner erscheint er, und zwar vorzüglich aus den Bildungen des Rothliegenden oder der Steinkohlenformation hervortretend, am Thüringerwald, am südlichen und östlichen Harzrand, in Niederschlesien, im Saarbrückschen, im Schwarzwalde, wo er Granit, Gneis, Thonschiefer, Steinkohlengebirge und Rothliegendes

durchbricht; ferner sieht man ihn in Schottland, Irland und in Amerika.

Der Porphyr, sowohl der Feldspath- als Quarzporphyr scheint später heraufgekommen zu sein, als der durchbrechende Granit, welcher durch seine Armuth an Glimmer sich vom ältern Granit unterscheidet und dem Porphyr nähert; doch finden wir durchbrechenden Porphyr in der Mitte der Grauwackengruppe, z. B. bei Dietz in Nassau, wo Bruchstücke vom benachbarten Porphyrberge in den Lagern des Thonschiefers vorkommen, — ein Beweis, dass nach dem Hervorkommen des Porphyrs sich jener noch bildete. Das Durchbrechen und die Einschlüsse von silurischen Gesteinen im Porphyr zeigen aber, dass jene schon vorhanden waren, als er sich bildete. Eben so kommen in dem Porphyr bei Freiberg sehr häufig Einschlüsse von Gneis vor.

5. DIORIT.

Dieses, aus Albit und Hornblende bestehende Gestein wird auch Grünstein, Diabas, Aphanit, auch Trapp genannt. Viele Abänderungen desselben, besonders die vom Ural, stehen den Doleriten und Melaphyren nahe.

Er durchsetzt in mannigfachen Abänderungen die metamorphischen, cambrischen und silurischen Formationen aller Länder in Trümmern, Gängen, Keilen und Stöcken, auch findet man ihn nicht selten in plattenförmigen Lagen zwischen den Schichten und kuppenförmig über denselben.

Besonders interessante Verhältnisse des Diorits zeigt das Fichtelgebirge. Die Conglomerate, welche aus vorherrschenden Trümmern von Diorit, dichtem Feldspath und Granit bestehen, welche dort die Dioritkuppen mantelförmig umziehen, erscheinen als wahre, ohne alle Mitwirkung des Wassers gebildete Reibungs-Conglomerate und zeigen sehr deutlich, wie der Diorit, gleich den übrigen plutonischen Gesteinen, aus dem Innern der Erdrinde emporgestiegen und durch die vorhandenen Bildungen herausgebrochen ist. Dabei konnte sich die weiche Masse leicht über die Oberfläche verbreiten. Verwitterten nun die durchbrochenen Formationen leicht, so musste

mit der Zeit die aus der Spalte herausgetretene Dioritmasse das Ansehn einer aufgesetzten Kuppe erhalten. — In der Nähe von Clausthal und an einigen andern Orten im Harz durchbricht Diorit ein Kalk- und Rotheisensteinlager; der geschmolzene Kalkstein hat sich mit dem zähflüssigen Diorit gemengt, als wenn man Oel mit Wasser schüttelt, und hat sich in der Grünsteinmasse beim Erstarren in Kugeln mit krystallinischem Gefüge ausgesondert. Man nennt dieses Gestein Blatterstein. Der Rotheisenstein ist geschmolzen und hat sich beim Erkalten krystallinisch abgesondert. — Am Wege von Wetzlar nach Dillenburg sieht man eine in Fig. 100 abgebildete Dioritwand

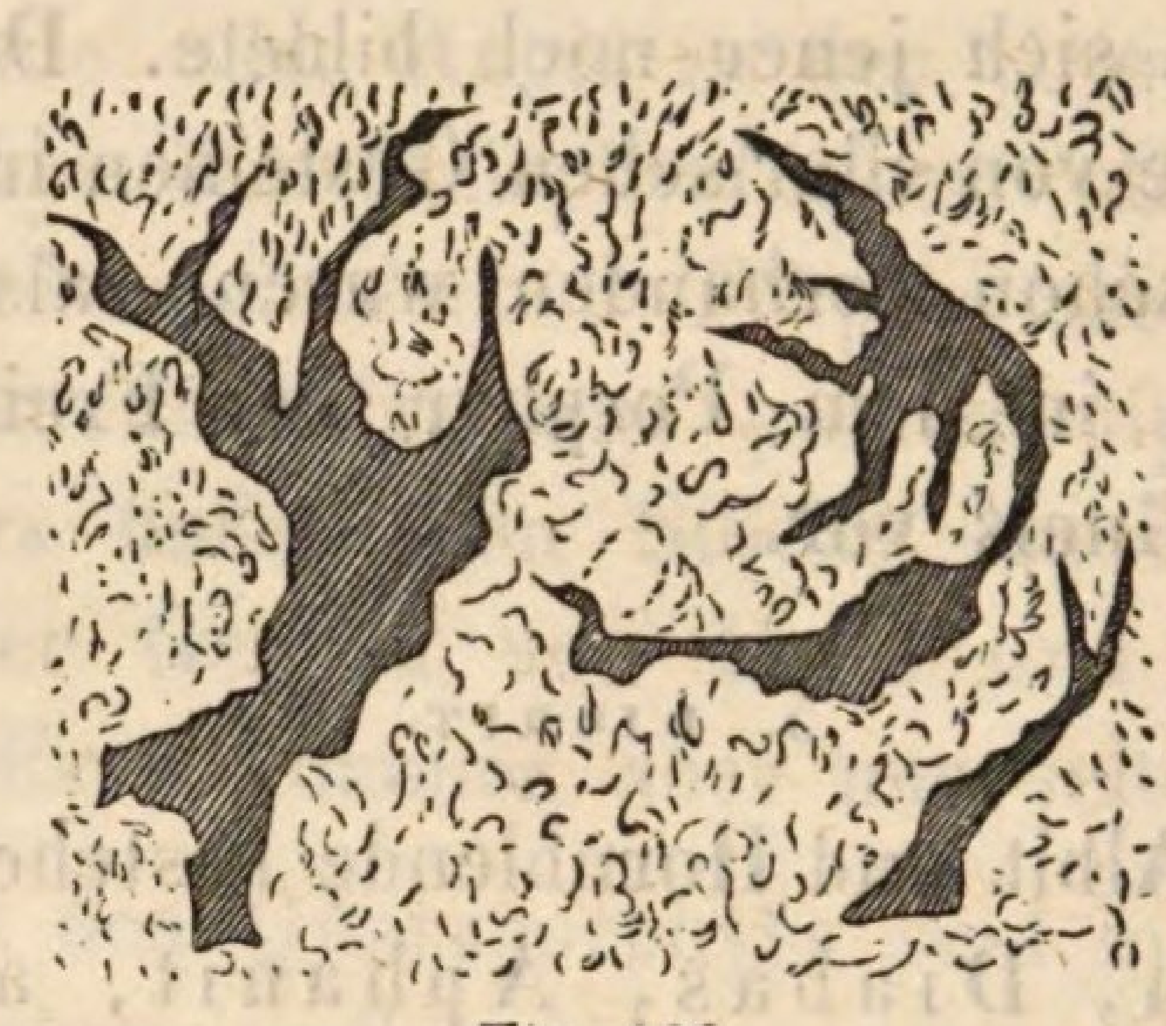


Fig. 100.

entblösst; im Diorit ist ungeschmolzener Thonschiefer, der aber stark gebogen und zerknickt ist, eingeschlossen.

Eigenthümlich ist der Eisengehalt des Diorits, der in manchen Gegenden so bedeutend ist, dass das Gestein als Eisenerz benutzt werden kann. Ein Beispiel davon und zwar ein sehr grosses, giebt der Taberg in der schwedischen Provinz Småland. Er steigt 400 Fuss über den umgebenden Gneis empor, enthält 21 bis 32 Procent Eisen, und besteht am südlichen jähen Absturz aus einer Magneteisensteinmasse, welche die Hohöfen der ganzen Provinz mit Erz versorgt. — Auch am Harze sind viele Diorite ihrer ganzen Masse nach von Eisenerz durchdrungen, und einige enthalten 12 bis 15 Procent Eisen. Wie dieses Metall so gänzlich an den Diorit gebunden ist, das zeigen besonders die vielen Eisensteingänge bei Zorge am südlichen Harze, welche zum grössten Theil darin liegen und nur in ihm erzführend, im umgebenden Thonschiefer aber taub sind. Eben so kann man sich im Fichtel-

gebirge auf der Grube Neuerglockenklang überzeugen, wie der Eisenstein an den Diorit gebunden ist. Die Felsart besteht dort aus concentrisch-schaligen Kugeln, von denen viele aus abwechselnden Schalen von thonigem Brauneisenstein und Diorit zusammengesetzt sind.

Auch andere Erze, namentlich Kupfererze, kommen im Diorit, oder in seiner unmittelbaren Nähe vor; das grosse Dioritgebirge in Nordamerika wird wegen seines Kupfergehaltes Kupfergebirge genannt, und zu Bogoslowsk am Ural kommen an der Grenze zwischen Uebergangskalkstein und Diorit Granatfels und Thonmassen mit reichen Kupfererzen vor.

Aber auch wahre Erzgänge setzen häufig im Diorit auf; so die meisten Silbererzgänge in Ungarn und Siebenbürgen, die auch Gold- und Tellurerze führen. Im nördlichen Carolina in Nordamerika findet man Golderze darin.

In selbstständigen grössern Gebirgsmassen tritt der Diorit seltner auf, sondern gewöhnlich in Gesellschaft mit Syenit, Feldspathporphyr, Hornblendeschiefer und Melaphyr. Dagegen durchsetzt er häufig gangartig alle Formationen bis zu den tertiären herauf. Seine Formen sind gewöhnlich kuppig und gerundet; grössere Dioritberge erheben sich schnell und zeigen häufig jähe, öfter beinahe senkrechte Felsabhänge, häufig auch abgestufte, treppenförmige. — Die Felsart ist sehr allgemein verbreitet, und sie fehlt fast in keinem Gebirge. In grosser Ausdehnung erscheint sie im Ural und in Nordamerika. In kleinern Massen in allen deutschen Gebirgen, besonders im Harz, sodann in Skandinavien, in England und hier namentlich vielfältig mit dem Steinkohlengebirge in Verbindung stehend.

6. SERPENTIN UND GABBRO

kommen sehr oft mit einander vor, und werden auch oft von Hypersthenfels begleitet oder repräsentirt. Sie stehen auch in naher Beziehung zum Syenit und zu den übrigen Hornblendegesteinen und erscheinen gewöhnlich mit ihnen in Gängen im Granit, im Gneis und in den verschiedenen Formationen der geschichteten Gebirge, besonders der ältern.

Der Serpentin ist das Hauptgestein; er kommt in allen Bildungen und vielfältig in grossen Massen, besonders in den

Alpen, die Kreideformation durchbrechend, vor, und an den Rändern zuweilen Reibungs-Conglomerate zeigend. Nicht selten finden sich Erze, Schwefelkies, Chrom- und Magneteisenstein darin und in den Uralischen Gold- und Platin-Seifen finden sich häufig Serpentinstücke, so dass diese Metalle also, wenigstens theilweis, ursprünglich im Serpentin ihre Lagerstätten zu haben scheinen.

Auf Klüften führt der Serpentin häufig Asbest, Magnesit, Opal, Chalcedon, Chrysopras u. s. w.

Hinsichtlich der Verbreitung steht der Serpentin den meisten übrigen plutonischen Gesteinen nach. In grossen Massen erscheint er in den Alpen, namentlich in den südlichen und östlichen, zumal in Graubündten, am Septimer- und Julier-Pass und im Davos. In bedeutender Entwickelung erscheinen Serpentin und Gabbro auch in Süd-Ligurien, auf Corsika, im Frankensteiner- und Zobtener-Gebirge in Schlesien, am Kap Lizard in Cornwall, auf den Shetlandsinseln, in Norwegen, in Nordamerika u. s. w. Den Hypersthenfels hat man namentlich auf der Insel Skye, an der Küste von Labrador und an der Westküste von Grönland beobachtet. Auch im Harze ist er bedeutend verbreitet, und es gehört ihm hier ein grosser Theil der Diorite an.

II. GRUPPE DER VULKANISCHEN BILDUNGEN.

(Franz. *Terrains volcaniques*, engl. *Volcanic rocks.*)

Diese besteht aus Gesteinen, welche theils im geschmolzenen und durch Hitze erweichten, theils im festen Zustande, durchgeglüht, mehr oder weniger zerstossen und zerrieben aus dem Erdinnern an die Oberfläche gehoben, darüber ergossen, oder durch Auswurf verbreitet worden sind.

Im gewöhnlichen Leben nennt man Vulkan jeden Berg, aus dem unterirdisches Feuer und geschmolzene Materien ausbrechen und unter vulkanischen Erscheinungen begreift man auch alle aus dem Innern der Erde hervortretenden Rauche, Dampf- und Gasausströmungen, alle Wasser-, Schlamm- und Bitumenergüsse. Die Eingebornen Südamerika's unterscheiden Wasser- und Feuervulkane und nennen erstere solche Berge, aus denen bei heftigen Erdstössen von Zeit zu Zeit un-

terirdische Wasser mit dumpfem Krachen ausbrechen. Es werden bei diesem Sprachgebrauch Erscheinungen vereinigt, die einen unzweideutigen Zusammenhang haben, wenn sie mit Vulkanismus im weitern Sinn alle Erscheinungen bezeichnen, die von der Reaction des innern, flüssig gebliebenen Theils unseres Planeten gegen seine oxydirte, erdige und erhärtete Oberfläche herrühren. Bringt man die grosse Mannigfaltigkeit der dazu gehörigen Massen und die verschiedenartigen Erscheinungen unter gewisse Abtheilungen, so lassen sie sich leicht auffassen.

1. VULKANE

im geologischen Sinne sind einzeln stehende Kegelberge oder Dome, *b*, Fig. 101, die durch einen offenen Schlund, den



Fig. 101.

Krater, *a*, und eine von diesem aus in die Tiefe gehende Spalte, *c*, eine fortwährende Verbindung zwischen dem Erdinnern, dem Herde ihrer eigentlichen Thätigkeit, und der Atmosphäre unterhalten, und aus denen von Zeit zu Zeit Feuer, Steine und geschmolzene Materien hervorbrechen. Jedoch giebt es auch Vulkane, die nicht kegelförmig sind, sondern langgezogene Rücken haben, wie z. B. der Pichincha in Südamerika.

Die die Vulkane bildenden Gesteine sind entweder eigentliche Trachyte, durch Feldspath charakterisirt, wie am Pik von Teneriffa; bald Andesite, aus Albit und Hornblende bestehend, wie an den Vulkanen in Chili, so wie an denen von Toluca und Puracé in Mexiko; oder Melaphyr, von doleritartiger Zusammensetzung, wie am Aetna, Stromboli, Chimborazo und Pichincha; bald endlich sind es Leucitporphyre, Gemenge von Leucit und Augit, wie an der Somma, einer Wand des alten vesuvischen Kraters.

Durch diese, oft zu hohen Domen und geschlossenen Glocken emporgehobenen Massen haben sich die vulkanischen Kräfte eine stete Verbindung mit der Atmosphäre eröffnet. — Auf dem Gipfel solcher Berge, deren Höhe und Umfang sehr verschieden ist, ist stets eine kessel-, trichter- oder beckenförmige Vertiefung, *a,* Fig. 101 und 102, der Krater, vor-



Fig. 102.

handen, der sich nach unten zu in einen Schlot *c* verläuft, welcher in die Tiefe niedergeht, und den Sitz der feurigen Werkstätte mit dem Dunstkreise in fortwährender Verbindung erhält. — Nur zuweilen durchbrechen die feurig-flüssigen Materien die Wände der Vulkane und eröffnen sich dort einen Ausweg, wie *e,* Fig. 101, zeigt.

Der Krater hat gewöhnlich einen zugänglichen Rand, von dem man in sein Inneres sehen kann, wie Vesuv und Aetna zeigen; bisweilen ist er aber auch von einer steilen Felsenmauer umgeben, die den Zugang unmöglich macht, wie beim Cotopaxi. Das Innere der Vulkane ist, folgert man nach der Beschaffenheit des Kraters, zerrissen und zerklüftet. Die Kraterwände sind mit Sublimaten überkleidet und auf dem Grunde befinden sich ein oder mehre Kegel, welche durch Auswurf von Schlacken und kleinen aufgehäuften porösen Steinen, sogenannten Rapilli, gebildet worden sind, und die den Kraterrand oft übersteigen, wie man an der weiter unten abgebildeten Barren-Insel sieht. Solche auf dem Kraterboden entstandene Auswurfkegel verändern sich bei jeder Eruption und stürzen öfter völlig zusammen, so dass der Gipfel der Vulkane dadurch ein sehr wechselndes Ansehn erhält. — Die Grösse des Kraters ist ebenfalls sehr verschieden und steht nicht überall im Verhältniss mit der Höhe und dem Umfange der Vulkane; eben so ist auch die Tiefe thätiger Vulkane sehr unvollständig.

Die Thätigkeit der Vulkane findet nicht immerwährend und ununterbrochen statt; sie haben auch Zeiten der Ruhe

und manche bleiben lange, oft Jahrhunderte lang ruhig. Dies zeigt z. B. der uns so wohlbekannte Vesuv, der mehre Jahrhunderte bis zu der grossen Eruption im Jahre 79 n. Chr., welche die Städte Herkulanum und Pompeji zerstörte, gänzlich unthätig gewesen war, so dass dunkle Traditionen nur von frühern Ausbrüchen zeugten. Der Krater war gänzlich bewaldet und mit Weiden bedeckt. Eine gleiche Beschaffenheit hatte der Aetna bis zum Jahre 40 n. Chr. und die grossen südamerikanischen Vulkane haben in einem Jahrhundert selten mehr als einen Ausbruch. Kurz es sind alle Feuerberge längere oder kürzere Zeit in Ruhe und dann tritt plötzlich ein Zustand der grössten Bewegung ein. Der Boden erbebt, aus dem Innern strömen Rauch und Flammen, Steine werden mit furchtbarem Getöse zu ausserordentlichen Höhen hinangetrieben und es brechen glühende Ströme geschmolzener Mineralmassen hervor. Nach und nach nehmen die Erscheinungen an Intensität ab und nach einiger Zeit tritt wiederum Ruhe ein. Man nennt diese periodisch wiederkehrende Erscheinung einen Ausbruch oder eine Eruption.

Die Ausbruchserscheinungen sind sehr mannigfaltig und durch locale und andere Umstände auf die verschiedenartigste Weise modificirt. Gewisse Erscheinungen zeigen sich aber bei allen Vulkanen in bestimmter Reihefolge und es sind dadurch die Ausbrüche aller Feuerberge bezeichnet. Man theilt sie sehr zweckmässig in folgende vier Hauptperioden:

1. Periode. Vorboten. — Als solche erscheinen die Erdbeben, wobei die Erde erschüttert wird, schwankt oder erbebt und wobei ein unterirdisches Getöse hörbar ist. Die Grade dieser Erschütterungen wechseln von leichten Stössen bis zu wellenförmigen Bewegungen des Bodens, dem hochgehenden Meere vergleichbar und diese wirken gewöhnlich am zerstörendsten. Am stärksten zeigen sich die Erdbeben in der Nähe der Vulkane und hier werden oft Dörfer und Städte durch sie umgeworfen; oft aber sind die Bodenerschütterungen auch auf weiten Entfernungen von jenen noch bemerkbar und zwar gleichzeitig an den entlegensten Punkten der Erde. Das am 1. November 1755 Lissabon zerstörende, furchtbare Erdbeben wurde durch ganz Europa und selbst in West-

indien wahrgenommen. Liegt der Vulkan oder der Herd des Erdbebens an oder in der Nähe des Meeres und wirken die Erschütterungen bis in dasselbe fort, so geräth es in eine schwingende Bewegung und überfluthet an einer Stelle die Küsten, während es an der andern zurücktritt. Quellen werden dabei mannigfaltig verändert; oft wird ihr Lauf gestört, oder sie versiegen; auch nehmen sie wohl an Stärke zu, oder es öffnen sich neue, bisher unbekannte, oder die vorhandenen erhalten Beimischungen, so dass sie trübe oder salzig laufen. Die am Abhange oder am Fuss von Vulkanen liegenden Höhlen, die, wie z. B. am Fuss der Andes, oft Seen enthalten, welche mit Bächen in Verbindung stehen, giessen bei solchen Erschütterungen öfters grosse Wassermassen aus und mit denselben Schlamm und zuweilen sogar Fische. Diese Wasserergüsse sind öfters sehr zerstörend und verbreiten, zumal wenn sie schlammig sind, oder mit ihnen Fische ausgeworfen sind, die bald faulen und die Luft verpesten, weit umher bösartige Fieber.

Sehr oft werden durch Erdbeben Hebungen und Senkungen des Bodens, und häufig Spalten erzeugt, wie wir schon weiter oben, bei Erwähnung der wichtigsten, unter den Augen der Menschen vor sich gegangenen Veränderungen der Erdoberfläche erwähnten. Ein sehr ausgezeichnetes grossartiges Beispiel dieser Art lieferte in neuerer Zeit, 1822, Chili, indem Erschütterungen, die sich der Küste entlang auf mehr als 200 Meilen Länge erstreckten, die Küste auf mehr als 20 Meilen Länge, auf mehr als 3 oder 4 Fuss über den Meeresspiegel erhoben, welcher währenddessen mehrmals sank und stieg.

Die wahrscheinlichsten Ursachen der Erdbeben sind gespannte Gase und Dämpfe, die in Höhlungen und sich weithinziehenden Spalten des Erdinnern eingeschlossen sind. Wir führen darüber nur einen Beweis an, das Erdbeben, welches 1827, am 16. November, Neugranada so furchtbar verwüstete. Es hielt 5 Minuten lang an, ihm folgten mit wunderbarer Regelmässigkeit von 30 zu 30 Secunden heftige Detonationen, welche im ganzen Caucathal gehört wurden. An mehren Orten bekam die Erde Risse, aus denen mit Heftigkeit

Gase hervorströmten. Hin und wieder fand man Ratten und Schlangen im Zustande der Asphyxie, und der Magdalenen- wie der Cancafluss führten mehrere Stunden lang schlammige Massen ab, welche sehr stark nach Schwefelwasserstoffgas rochen. Alles dies sind offenbar Erscheinungen, welche darauf hinweisen, dass Gase die Ursache des furchtbaren Ereignisses gewesen sind.

2. Periode. Lavenausbruch. — Während der gewaltigen Erschütterungen, welche der Berg durch die Erdbeben erleidet, werden die in seinem Innern geschmolzenen Massen, auf der von unten aufwärts gehenden Spalte, in die Höhe gehoben. Das Gewicht der geschmolzenen Masse wirkt den hebenden Gasen und Dämpfen entgegen. Gewöhnlich können sie dasselbe nicht durchbrechen oder es über den Rand des Kraters heben. Die Risse dauern fort, bis der Berg zerreisst und eine Spalte entsteht, aus welcher die geschmolzenen Massen ausfliessen. In der Regel öffnet sich eine Spalte am Abhange oder Fuss des Kegels (*e*, Fig. 101); immer in der Richtung vom Gipfel gegen den Fuss, niemals nach der Breite des Berges.

Jetzt bricht Lava als ein glühender Strom aus der Spalte hervor; über dem Krater steigen Flammen auf, und bilden eine öfters unermessliche Feuersäule, in der glühende Steine, Sand, Staubtheile, sogenannte Asche, mit unermesslicher Kraft, 2000 bis 3000 Fuss senkrecht in die Höhe getrieben werden.

Nach dem Lavaausbruch hören die Erdbeben gewöhnlich auf, indem nun die Dämpfe und Gase frei ausströmen können. Der Lavastrom ist gewöhnlich in dunkle Wolken gehüllt. Von seiner kochenden Oberfläche erhebt sich meistentheils ein weisser Rauch, Wasserdampf, dem mitunter schweflichte Säure und Salzsäure beigemischt sind. Zuweilen entsteigen dem Krater auch nach furchtbaren Donnerschlägen Feuerwolken, aus denen ein Regen von glühendem Sand und Steinen herabfällt. — In vielen, und bei den kleinern Vulkanen in den meisten, Fällen wird die Lava gänzlich bis zur Höhe des Kraterrandes emporgehoben und fliesst über denselben am steilen Kegel hinab; während sie im Krater geschmolzen liegt, brechen Dämpfe dann und wann durch, und werfen Stücke

davon in die Höhe, die sich im Fluge abkühlen und die verschiedensten Formen annehmen.

Die geschilderten Erscheinungen dauern unter fortwährendem Krachen und Erbeben des Berges längere oder kürzere Zeit fort, und bald nehmen sie allmälig, bald schnell ab, bis endlich die Lava stockt.

3. Periode. Aschenausbruch. — Bald nach dieser anscheinenden Ruhe des Feuerberges, und nachdem Flammen und Rauch sich vermindert haben, oder unter erneuerten Erschütterungen, erhebt sich nun eine gigantische Rauchsäule aus demselben. In dieser Rauchsäule steigen eine unermessliche Menge von Wasserdämpfen empor, die sich in der Höhe zum schwarzen Dach ausbreitet, und ein dunkles Gewölk bildet, aus welchem Steintrümmer, die Rapilli, auf den Abhang des Berges, die graue leichte Asche dagegen weit umher über die Landschaft herabfällt. Bei grossen Eruptionen dauert der Aschenauswurf oft mehre Tage. Die Atmosphäre in und um Neapel war bei grossen Ausbrüchen des Vesuv so mit Asche erfüllt, dass in der Mitte des Tages Dunkelheit eintrat.

Bei den gewöhnlichen periodischen Ausbrüchen der Vulkane tritt, wie wir hier sehen, der Aschenausbruch am Ende derselben auf, wogegen er sich bei der plötzlichen Wiederbelebung lange Zeit unthätig gebliebener Feuerberge auch schon als Anfang des Paroxysmus gezeigt hat. So bei dem schon erwähnten Ausbruch des Vesuv im Jahre 79 n. Chr., wobei mehre Städte, besonders Pompeji und Stabiä gänzlich mit Asche bedeckt wurden. — Die Asche wird öfters mehre hundert Meilen weit fortgeführt.

Die mit der Asche aufsteigende unermessliche Menge von Wasserdampf bildet beim Erkalten ein dickes Gewölk um dem Kegel, und in Folge der dabei entstehenden starken elektrischen Spannung durchzucken häufig Blitze die Wolken. — Durch Verdichtung der sich bildenden Wasserdünste entsteht um den Vulkan bald ein heftiger Regen, oftmals Wolkenbrüchen ähnlich, das Wasser stürzt in starken Strömen am jähen Abhange des Berges herab und bildet mitunter verheerende Schlammströme, durch Vermischung mit der

Asche. Auf diese Weise und durch Aschenregen wurden einst Pompeji und Herkulanum begraben. — Der vulkanische Regen charakterisirt das Ende der Eruption. In der Andeskette, wo die Gipfel der Vulkane grösstentheils über die Schneelinie emporsteigen, schmilzt der Regen Schneemassen, wodurch grosse Wassermengen gebildet werden, welche sehr gefürchtete Ueberschwemmungen von ausserordentlicher Ausdehnung veranlassen.

4. Periode. — Allen bedeutendern Eruptionen folgt ein Ausströmen von kohlensaurem Gas, welche Erscheinung die Italiener mit dem Worte Mofetten bezeichnen. Das im vulkanischen Herde vorhandene kohlensaure Gas dringt durch Klüfte nach allen Seiten heraus, senkt sich nach seinem specifischen Gewicht zwischen den schichtweis übereinander liegenden Lavamassen herab an den Fuss des Berges, und strömt hier auf Feldern, in Gärten und Weinbergen aus und verdirbt die Luft, ja macht sie selbst irrespirabel.

Dies sind nun die Hauptperioden einer Eruption, die bei den Paroxysmen der Vulkane mehr oder weniger bestimmt unterschieden werden können. — Man hat im Allgemeinen die Bemerkung gemacht, dass die Häufigkeit der Ausbrüche im umgekehrten Verhältniss zur Höhe der Vulkane stehe. Die hohen Berge dieser Art in den Andes ruhen oft ein Jahrhundert, der niedrigere Vesuv ist oft im Ausbruch begriffen und der kleine Kegel von Stromboli stösst ununterbrochen heisse Dämpfe aus.

2. VULKANISCHE PRODUKTE

nennen wir alle jene Substanzen, welche von einem thätigen Vulkan im festen, flüssigen oder gasförmigen Zustande ausgestossen werden. Die Lava ist darunter die wichtigste. Man versteht darunter Alles das, was im feurigflüssigen Zustande aus dem Feuerberge ausfliesst, weshalb sie immer das Gepräge einer im Fluss erstarrten Masse hat. Farbe, Dichtigkeit, specifisches Gewicht sind bei verschiedenen Laven ausserordentlich verschieden und dies ist auch begreiflich, da Lava stets eine zusammengesetzte Masse, ein verschiedenartig gemengtes Gestein und kein einfaches Mineral ist. Die

Gemengtheile sind Feldspath, Labrador, Augit, Hornblende, Magneteisenstein, Leucit, die in sehr verschiedenen Verhältnissen zusammengesetzt sind. Die Laven benachbarter Vulkane weichen sehr oft gänzlich von einander ab, wie z. B. die des Vesuv und der ältern Somma. Diese sind krystallinisch-körnig wie Granit und bestehen hauptsächlich aus Leucit, jene dagegen sind dicht und feinkörnig, und enthalten das letztere Mineral nur zufällig. Die Laven des Aetna bestehen aus Labrador, Augit, Chrysolith und Titaneisen.

Man nennt die aus den Vulkanen abfliessenden, geschmolzenen Massen, ihrer Aehnlichkeit mit Flüssen wegen, Lavenströme, die gewöhnlich schmal im Verhältniss zu ihrer Länge sind und am schmalsten da, wo sie aus dem Vulkan hervorbrechen. Beim Weiterfliessen erweitern sie sich und verästeln sich öfter. Zuweilen erreichen sie eine sehr bedeutende Ausdehnung und eine bis 30 Fuss und mehr erlangende Stärke.

Alle grössern Lavaströme erreichen, ehe sie erstarren, den schwach geneigten Boden am Fuss der Vulkane; allein auf diesem, oder am Meeresufer stockt ihre Bewegung. Haben solche grosse Ströme ihre Bewegung auf steilen Abhängen von 18 bis 40° begonnen, so zeigen sie drei auf einander folgende, verschiedene Verhältnisse. Die erste Strecke durchfliesst die Lava bei beträchtlichem Abfall des Bodens wie ein Giessbach. Die auf ihrer Oberfläche erkalteten Theile bilden unregelmässige Stücke, welche nach dem Abfluss der Lava in Gestalt einer fast unzusammenhängenden Schlackenlage zurückbleiben.

Weiter unten kommt der Strom auf weniger steile Gehänge und seine Geschwindigkeit nimmt dabei ab. Er umgiebt sich durch die Abkühlung mit einer festen Rinde, während sich das Innere noch in dem zähen, dehnbaren Zustand befindet, in welchen Laven übergehen, ehe sie vollkommen erstarren. Die theils feste, theils noch etwas dehnbare Rinde setzt nun der Bewegung der Lava ein Hinderniss entgegen, wird aber häufig zerrissen, so dass sich die Stücke der Rinde mit Geräusch über und durcheinander schieben. Dadurch entstehen die Windungen, welche zusammenhängende Lavaströme

auf etwas stärker geneigtem Boden zeigen, so wie auch das rauhe und zerrissene Ansehn derselben.

Fliesst aber ein Lavastrom auf einem Abhange von weniger als 3°, so nimmt seine Geschwindigkeit sehr ab, die Rinde wird dicker, ihr Widerstand grösser und die Oberfläche der Lavamasse ist weniger zerrissen und gewunden.

Widersteht die Rinde der Kraft, welche sie zu durchbrechen strebt, so stockt die Lava und erkaltet ohne sich weiter zu bewegen, und nimmt eine basaltische Beschaffenheit an. Eine Bodenneigung von 2° bringt den Lavenstrom gewöhnlich zum Stocken, obgleich sich auf Island auch Lavaströme schnell und auf weite Strecken über noch schwächer geneigten Boden bewegt haben.

Grosse und besonders starke Lavenströme bleiben im Innern sehr lange weich. Es liegen ausser den sie gewöhnlich zusammensetzenden Mineralien öfters krystallinische darin, namentlich Glimmer, Hauyn, Olivin, Eisenglanz, Schwefel u. e. a., und bisweilen findet man Stücke von Kalkstein, Trachyt und selbst Granit darin eingeschlossen. — Aus dem Gesagten folgt aber deutlich, dass die äussern Verhältnisse der Laven von der Neigung des Bodens, über welchen sie ergossen werden, abhängen.

Ist die Grundmasse eines Vulkans trachytisch, so erzeugt er bei Ausbrüchen gewöhnlich Obsidian und Bimsstein. Jener bricht als ein geschmolzenes Glas nach Art der Laven hervor, und seine Oberfläche ist häufig mit Bimsstein überzogen, so dass dieser auf Obsidian deutet, wie dieses Mineral auf Trachyt. Obsidianströme finden sich am Pic auf Teneriffa, auf Lipari und auf Island und wahrscheinlich fehlt es auch mehren andern Vulkanen nicht daran.

Die sogenannten Rapilli, d. h. die ausgeschleuderten zackigen Steintrümmer, scheinen nichts weiter als zerstückelte Lava zu sein. Die Asche ist ein wirklicher Sand, der oft mit schlackigen und porösen Rapillis untermengt ist und ebenfalls aus einer geschmolzenen Masse zu entstehen scheint.

Der vulkanische Tuff und der Peperino bestehen aus verschiedenen Produkten der Feuerberge, die durch Wasser zusammengeschwemmt sind. Es liegen diese Trümmergesteine

am Fuss der Vulkane oder in den Niederungen um denselben. Sie sind stets regelmässig geschichtet und der Tuff in der Umgegend von Neapel schliesst mehrfältig Muscheln ein, welche mit denen des nahen Meeres übereinstimmen und nur meistens etwas grösser als die heute lebenden sind.

Aber auch Thierknochen hat man sowohl bei Neapel als bei Rom darin gefunden und sie entsprechen denen, die man in grosser Menge in den sogenannten Subapenninenbildungen antrifft. Nicht selten sind die Tuffschichten aufgerichtet oder auch gewunden. Das Alter der in und bei Rom, Neapel, auf Ischia und in den phlegräischen Feldern vorkommenden scheint dem der Geschiebeformation gleich zu sein. Höchst wahrscheinlich ist es auch, dass in dieser Periode der Aetna, Vesuv und die übrigen vulkanischen Gebilde Italiens entstanden sind.

Die von den Bewohnern Quito's sogenannte Moya, eine erdige und breiartige Masse, welche mehre Vulkane jenes Landes mit Fischen ausschütten, scheint aus zerriebenem Trachyt zu bestehen, der viele kohlige Theile enthält, weshalb sie hin und wieder als Brennmaterial angewendet wird.

Die Pozzuolana, ein nach seinem Hauptfundorte Pozzuoli unweit Neapel benannter Tuff, hat die Eigenschaft, mit Kalk einen unter Wasser hart werdenden Mörtel zu bilden, der sehr gut bei Wasserbauten ist. Er verhält sich daher wie gebrannter Mergel. — Der Trass ist eine ähnliche, durch häufige Bimssteinstücke ausgezeichnete Bildung. — Auswürflinge nennt man die Gesteintrümmer, Blöcke und Lavastücke, welche der Vulkan durch den Krater auswirft, und deren Beschaffenheit natürlich von grosser Mannigfaltigkeit ist. Am Vesuv bestehen sie hauptsächlich aus Lava, namentlich die sogenannten vulkanischen Bomben, die flüssig in die Höhe geschleudert wurden und beim Fall eine rundliche Gestalt angenommen haben. Im Innern sind sie öfters hohl. Sowohl diese Bomben, als auch die andern grossen ausgeschleuderten Lavamassen, die man am Vesuv bis zu einem Gewicht von 1600 Centnern findet, haben ein glasiges, krystallinisches Ansehn und enthalten zahlreiche kleine Augitkrystalle. Die Blöcke

von Kalk, Dolomit und andern krystallinischen Gesteinen, die man unter den Auswürflingen des Vesuvs aufgehäuft findet, gehören diesem aber nicht an, indem sie nicht an seinem Kegel, sondern in den Tuffschichten des Somma eingeschlossen liegen. Die vielen krystallisirten Mineralien, welche diese Blöcke in Spalten und Höhlungen enthalten, deuten Mineralbildungen an, welche in Folge der Aufeinanderwirkung kalkiger und kieseliger Gesteine, unter dem Einfluss einer höhern Temperatur vor sich gegangen sind. Auch Serpulen, mit den im benachbarten Meer lebenden vollkommen übereinstimmend, finden sich auf vielen Kalkblöcken des Somma-Tuffs.

Sublimate überziehen die Kraterwände; die Mündungen der Auswurfskegel und erscheinen auch in Spalten und auf der Oberfläche der Lavaströme. Sie bilden verschiedenfarbige Anflüge und Rinden, bestehen vorzugsweise aus salzigen Verbindungen, aus Salmiak, Kochsalz, Alaun, Chlorkalium, Chloreisen, Chlorkupfer, Chlormangan; auch aus Schwefelkupfer, Schwefel und Boraxsäure.

Die von den Vulkanen ausgeblasenen Dämpfe und Gase bestehen hauptsächlich aus Wasserdampf, Kohlensäure, Schwefelwasserstoffgas, Salzsäure, schwefeliger Säure (die beinahe immer durch Verbrennen von sublimirtem Schwefel entstanden), und mitunter hauchen sie auch Schwefeldampf aus. Die schweflichte Säure wird in den Umgebungen des Vulkans in kleinen Wassersammlungen aufgenommen und verwandelt sich allmälig in Schwefelsäure; auch kommen aus einigen Vulkanen durch Schwefelsäure und schwefelsaure Verbindungen gesäuerte Bäche hervor.

Heisse Quellen kommen häufig in der Nähe oder selbst am Fusse der Vulkane vor und werden öfter durch den Druck gepresster Dämpfe in mächtigem Strahl stossweise hervorgetrieben, wie z. B. die heissen Wasser des Geysers und des Strocks auf Island. Häufig treten auch kalte Quellen bei Vulkanen hervor. In beiden findet man dieselben Gase, welche aus den Kratern der Vulkane austreten. Bisweilen enthalten sie sehr viel Gas, namentlich kohlensaures und Schwefelwasserstoffgas und mehr oder weniger Salze. Einige Quellen in

der Nähe amerikanischer Vulkane, z. B. des Pasto und des Antisana, setzen soviel Kalk ab, dass er gebrannt und benutzt wird.

3. Erhebungs-Krater.

Werden feste Schichten von einer hebenden vulkanischen Kraft emporgetrieben und in der Mitte durchbrochen, so erheben sich vom Umkreise bis zum höchsten Punkt und von allen Seiten gegen die Mitte herauf Lagen über einander, die eine kesselförmige Vertiefung einschliessen, an deren innerm jähen Absturz die Köpfe der über einander aufsteigenden Schichten hervortreten (s. die Fig. 103 und 104). Der Kessel erscheint als wahrer Krater, ist eine Wirkung der Erhebung und Durchbrechung fester Schichten und hat den bezeichnenden Namen Erhebungs-Krater erhalten, um ihn von den Ausbruchs- oder Eruptions-Kratern zu unterscheiden, durch welche die wahren Vulkane, nach der geologischen Bedeutung des Wortes, mit der Atmosphäre in Verbindung stehen.

Die Erhebungs-Krater bestehen aus basaltischen und doleritischen Gesteinen, Conglomeraten und Tuffen; Trachyt erscheint gewöhnlich nur in ihrer Mitte, im Innern des Kessels. Ein spaltenförmiges Thal führt gewöhnlich von einer Seite her zu seinem Innern; öfter sind aber auch in dem äussern, flachern Abhange tiefe, schluchtige Thäler eingeschnitten, wie es sich auch gestalten muss, wenn feste Schichten emporgehoben werden, indem sie am Umfang zerreissen und alsdann Spalten zurücklassen müssen.

Von den Erhebungs-Kratern, welche die Reste einer grossen Kraftäusserung aus dem Innern sind, welche ganze Quadratmeilen grosse Inseln erhoben hat (die sogenannten Erhebungsinseln), geben keine Eruptionserscheinungen aus; der Erhebungskrater steht durch keinen Kanal mit dem Innern in Verbindung und nur selten findet man in der Nachbarschaft oder im Kessel selbst Spuren von noch wirkender, vulkanischer Thätigkeit. — Ein sehr lehrreiches Beispiel von einem Erhebungskrater und einer Erhebungsinsel zeigt der

äussere Wall der Barreninsel im Meerbusen von Bengalen, wovon Fig. 103 eine äussere Ansicht und Fig. 104 einen



Fig. 103.

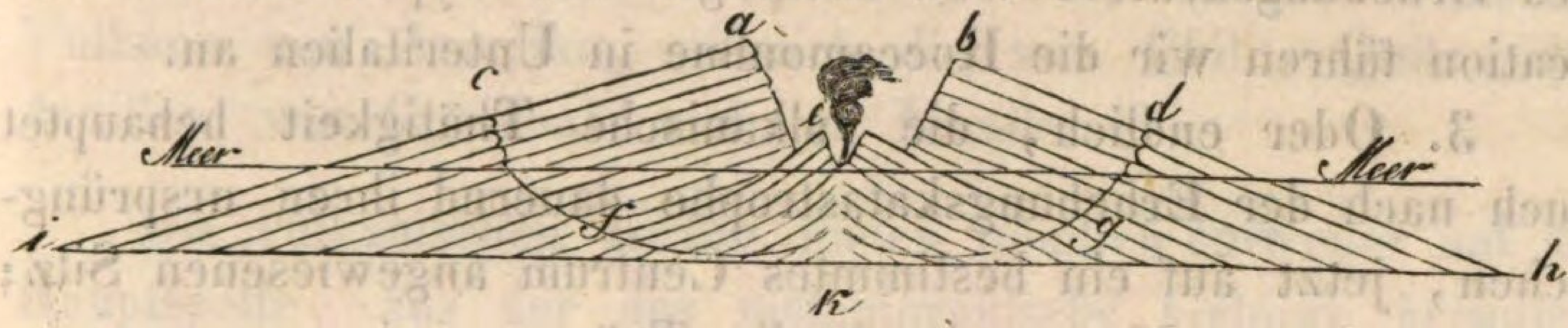


Fig. 104.

ideellen Durchschnitt giebt. Die Schichten *i c a b d h* wurden durch eine bei *k* wirkende Kraft aus dem Meere emporgehoben und in der Mitte bei *a b* zerrissen und bilden also den Erhebungskrater. Ein Theil von den Schichten *a c, b d* wurde darauf von den Wellen wieder weggespült oder entblösst, so dass der in Fig. 103 dargestellte äussere Rand oder Wall blieb. Aus der Mitte stieg darauf ein Ausbruchskrater *e* empor, gebildet durch die vom Krater ausgeworfenen Substanzen. Es ist also hier ein Erhebungskrater mit einem Ausbruchskrater verbunden.

Ist der Erhebungskrater gebildet und durch die Zersprengung der Centralmassen des Systems eine vollständige Ableitung der expandirenden Stoffe des Erdinnern vermittelt worden, so sind drei verschiedene Zustände möglich, welche eben so viele Modificationen von Erhebungskratern bedingen:

1. Entweder sinkt die vulkanische Thätigkeit, nachdem sie ihren Culminationspunkt erreicht hat, gänzlich zurück, ohne durch weitere nach Aussen bemerkbare Zeichen ihr verstecktes Dasein in der Tiefe zu verrathen, und der Erhebungskrater bleibt wie er ist, nämlich ein weites amphitheatralisches Kesselthal, mit steilen, nach Innen abstürzenden

Wänden, im Grunde erfüllt mit den Trümmern der durch die Erhebung zersprengten Massen. Solche Erhebungskrater findet man in fast allen Gebirgsformationen; in dem für den thätigen Vulkanismus so klassischen Süditalien giebt der Vultur ein schönes Beispiel von einem einfachen Erhebungskrater.

2. Oder es steigt im Mittelpunkt der stattgehabten Erhebung, die Trümmer verdrängend, als massiger Gebirgsstock eine vulkanische Gebirgsart von ganz eigenthümlicher Beschaffenheit hervor und bildet, domartigen Kuppeln vergleichbar, die Centralmasse des ganzen Systems, welche oft den Rand des Erhebungskraters weit überragt. Als Typus dieser Modification führen wir die Roccamonfine in Unteritalien an.

3. Oder endlich, die vulkanische Thätigkeit behauptet auch nach der Erhebungskatastrophe dauernd ihren ursprünglichen, jetzt auf ein bestimmtes Centrum angewiesenen Sitz; sie erzeugt von Neuem durch die Trümmer einen permanenten Verbindungskanal und bildet im Mittelpunkte des Erhebungskraters einen wirklichen Vulkan mit einem Ausbruchskrater, dessen Kegel einen um so bedeutendern Umfang erreicht, je niedriger der Boden des Erhebungskraters sich über dem Meere befindet. Die Gruppe des Vesuv giebt ein schönes Beispiel und eben so die in Fig. 103 und 104 dargestellte Barreninsel.

Wir müssen hier noch bemerken, dass der berühmte Geolog L e o p. v. B u c h, dem wir die Unterscheidung der Erhebungs- und der Ausbruchskrater verdanken, alle Vulkane in zwei wesentlich verschiedene Klassen: in C e n t r a l- und in R e i h e n - V u l k a n e theilt. — Die erstern erheben sich immer aus der Mitte basaltischer Schichten, gewöhnlich mit einem t r a c h y t i s c h e n Kegel, und bilden den Mittelpunkt einer grossen Menge um sie her, fast gleichförmig nach allen Seiten hin, wirkender Ausbrüche. — Die wichtigsten Centralvulkane sind: Die liparischen Inseln, der Aetna, die phlegräischen Felder mit dem Vesuv, die Vulkane Islands, der Azoren, der canarischen-, der cap-verdischen-, der Gallopagos-, der Sandwichs-, der Marquesas-, der Societäts-, der Freundschafts-Inseln, die Vulkane der Insel Bourbon, die Vulkane Asiens und Afrika's.

Die Reihenvulkane liegen als Essen auf einer grossen Spalte, in einer Reihe hinter einander. Sie erheben sich entweder als einzelne Kegelinseln aus dem Grunde des Meeres, oder am Fuss grosser Gebirgsketten und dann läuft ihnen gewöhnlich ein metamorphisches Gebirge zur Seite, ganz in derselben Richtung hin; oder aber sie erheben sich auf den höchsten Rücken des Gebirges und erscheinen als dessen Gipfel. Zu den Reihenvulkanen gehören: die Vulkane der griechischen Inseln, Westaustraliens, der Sundainseln, der Molucken und Philippinen, der japanischen und curilischen Inseln und von Kamtschatka, der Aleuten, der Marianen, der Vulkane von Amerika, nämlich die von Chili, Quito, den Antillen, von Guatimala und von Mexiko.

Die vulkanischen Kräfte finden nämlich entweder auf der Hauptspalte, aus der das metamorphische Gebirge heraufgestiegen ist, weniger Widerstand gegen ihr Streben, bis an die Oberfläche durchzubrechen, und in diesem Fall erheben sich die Massen auf der Höhe des Gebirges selbst, gestalten sich zum Kegel und brechen sich eine fortdauernde Communication des Innern mit dem Dunstkreis; oder die Gebirgsmasse setzt dem Heraufdringen der vulkanischen Gesteine ein allzugrosses Hinderniss entgegen, und sie brechen jetzt am Rande des metamorphischen Gebirges hervor. In der Nähe von Meeresbecken ist der Widerstand natürlich am geringsten und das ist wahrscheinlich auch der Grund, warum so viele Vulkane am Saume der Continente, in der Meeresnähe, auftreten. Doch sieht man auch mitten in den Continenten, da wo Emporhebungen metamorphischer Gebirgsketten die Erdrinde zersprengt haben, Vulkane hervortreten. So konnten in Centralasien, am Fuss des Himalayagebirges, von jedem grossen Meere 3 bis 400 geograph. Meilen entfernt, die Vulkane Peschan und Hotscheu zum Durchbruch kommen.

Stellt sich aber den vulkanischen Kräften ein allzugrosses Hinderniss entgegen und erleichtert keine Spalte den Durchbruch, so wächst die Kraft unter der geschlossenen Erdrinde ins Unendliche an, bis sie die darüberliegenden Gebirgsmassen zu sprengen vermag. Die bewerkstelligte Verbindung mit der

Atmosphäre bleibt permanent offen, wenn die vulkanische Kraft stark genug ist.

4. SOLFATAREN.

Hat ein Vulkan in längerer Zeit keine wahren Ausbrüche, so beschränkt sich seine Thätigkeit häufig auf das Ausstossen von Rauch, Dämpfen und Gasen. Es wird gewöhnlich viel Wasserdampf und damit meistens auch Schwefeldampf ausgeblasen. Letzterer setzt in Ritzen und Spalten im Innern des Kraters festen Schwefel ab, der häufig auch die Wände überkleidet. In diesem Falle nennt man den Krater *Solfatara* (franz. *Soufrière*); auch ist es Sprachgebrauch, alle vulkanischen Orte, welche Gase, Wasser- und Schwefeldampf ausstossen, mit dem Namen Solfataren zu bezeichnen, was sich auf die Ansammlungen vulkanischen Schwefels bezieht. Solche Solfataren haben sich z. B. in den Kratern der schlummernden Vulkane Voliano, Xorullo, Rucu-Pichincha u. s. w. gebildet. Die Quantitäten Schwefel, welche sich an solchen Orten sublimiren, sind mitunter bedeutend gross und unterhalten eine lohnende Schwefelgewinnung. Oefter sublimirt sich der Schwefel nicht allein im Krater, sondern erfüllt auch, wie am Vulkan Azufral in Quito, die nach allen Richtungen laufenden Spalten am Umfange des Berges und bildet auf diese Weise wahre, unermessliche Schwefelgänge. Verdichten sich die mit dem Schwefel ausströmenden Wasserdämpfe zu flüssigem Wasser, so sammelt sich dies am Kraterboden und bildet einen wahren Schwefel-Pfuhl. Treten Schwefeldämpfe so heiss in die Luft aus, dass sie sich entzünden, so entsteht bei ihrer Verbrennung schwefligsaures Gas, welches die Gesteine angreift, mürbe macht, ausbleicht und von den nahen Wassern aufgenommen wird, die sich dadurch säuern.

Zuweilen liegen Solfataren in der Nähe eines thätigen Vulkans, wie z. B. die bei Pozzuoli unweit Neapel, und in diesem Falle ist die Verbindung zwischen beiden leicht nachgewiesen. So wie der Vesuv in Thätigkeit ist, ruht jene Solfatara, deren Fumarolen aus Trachyt hervorströmen, und man bemerkt selbst, dass durch dieselbe die äussere Luft ins Innere zieht. Ruht dagegen der Vesuv, so entwickeln sich

aus der Solfatara Rauch und Dampf. Eine auch öfters von diesen Kratern ausgestossene Substanz, besonders in Mittelasien, ist Salmiak.

5. SALSEN

nennt man kleine Ausbruchskegel, welche Schlamm, Luftarten, Wasser und Steinöl ausblasen und die zuweilen selbst kurz dauernde Feuerausbrüche haben und Steine auswerfen. Man findet sie in Europa, besonders in den Umgegenden von Parma, Reggio, Modena, Bologna und bei Girgenti auf Sicilien. Sie werden auch, je nach den Substanzen, die sie hervortrieben, Gas-, Koth-, Schlamm- und Naphthavulkane genannt. Sie haben ihren Sitz durchaus in vulkanischen oder in solchen Gegenden, die an vulkanischen Bewegungen Theil genommen haben, und ihre Beziehung zu den eigentlichen Vulkanen ist unverkennbar, wenn gleich das Gestein, aus denen sie hervortreten, öfters durchaus kein vulkanisches, sondern ein rein geschichtetes, Kalkstein, Mergel oder Thon ist. Die Erscheinungen am Macaluba bei Girgenti sind folgende. Die Gegend besteht aus Kreidemergel und der Ort, wo die Phänomene sich zeigen, ist eine in der Mitte etwas vertiefte Fläche. Anhaltende Regen weichen den lockern Mergel auf, es entsteht ein schlammiger See, aus welchem Luft aufsteigt, die Wasser und Schlamm auswirft. Ist der Boden eingetrocknet, so heben die sich entwickelnden Gase denselben in die Höhe und treiben ihn, besonders in der Mitte, 2 bis 3 Fuss hoch auf. Die Erdblase zerspringt endlich und es brechen runde Löcher ein, aus denen die Gasströme schlammigen Kreidemergel hervorspritzen und bisweilen werden eine Menge kleiner Schlammkegel gebildet.

Im höchsten Grade ausgezeichnet durch Kothvulkane, Schlammausströmungen, Naphthaquellen und Salzseen ist der Isthmus zwischen dem schwarzen und dem caspischen Meere und die Halbinsel Abscheron und besonders ist die Gegend um Baku durch ihre zahlreichen und ergiebigen Naphtha-Vorkommnisse bekannt. — Diese Salsen liegen am äussersten Ende der Kaukasuskette und gerade am entgegengesetzten Endpunkte derselben befinden sich auch die Schlammvulkane und Naphtha-

quellen der Halbinsel Kertsch und der Insel Taman. Eng verbunden mit denselben sind die vielen Salzseen der Halbinsel Abscheron, in denen sich das Salz im Sommer in Rinden absetzt und die sehr ergiebig sind.

6. ERLOSCHENE VULKANE.

Schon weiter oben haben wir bemerkt, dass viele Vulkane Zeiträume langer Ruhe haben und dass sie Jahrhunderte lang unthätig blieben. Wenn nun ein Berg mit deutlich vulkanischer Constitution während sehr langer Zeit vollkommen ruhig blieb, so dass keine Tradition sichere Nachricht von seiner frühern Thätigkeit giebt, so sagt man, er sei erloschen. Jedoch ist dieses Erloschensein nichts Absolutes, denn man kann von keinem Vulkan sagen, dass er für immer erloschen sei, indem die Geschichte dieser Berge beweist, dass sie oft plötzlich wieder in Aufregung gerathen und wieder Eruptionen gehabt haben. So weiss man z. B., dass der trachytische Epomeo (jetzt Nicolo) auf Ischia im Jahre 91 v. Chr. und im Jahr 1302 Ausbrüche hatte und seitdem, also seit 5 Jahrhunderten, ruht er vollkommen. Auch ist schon bemerkt worden, dass der Vesuv Jahrhunderte lang in vollkommener Ruhe verharrte. Der schneebedeckte Pic von Tolina war seit undenklichen Zeiten gänzlich ohne alle Regung, als er 1826 wieder vollständig thätig wurde.

Eruptionskegel, welche ihre Entstehung den Seitenausbrüchen eines Hauptvulkans verdanken, schliessen sich gewöhnlich völlig wieder und meist für immer, wenn der Ausbruch beendigt ist. Noch vorübergehender ist die vulkanische Wirksamkeit der Erhebungskrater und Erhebungsinseln; sie hört, wie schon bemerkt, in der Regel mit Vollendung ihrer Bildung auf.

Verharren die vulkanischen Berge in vollkommener Ruhe, so fangen die Atmosphärilien an verändernd auf ihre Gestalt und Masse einzuwirken. Die schroffen Formen verschwinden mehr oder weniger, indem die Gesteine an der Oberfläche verwittern. Es bildet sich ein dem Wachsthum günstiger Boden, frisches Grün überzieht nach und nach die Seiten und Waldungen bedecken endlich den Abhang. Gar oft wider-

steht aber auch die harte Gesteinsmasse den Einwirkungen der Atmosphäre und die Berge erhalten die rauhe Gestalt oft Jahrhunderte lang so frisch, als wenn die Ausbrüche erst seit kurzer Zeit aufgehört hätten.

Unter den vielen erloschenen Vulkanen erwähnen wir besonders einige bedeutende und bekannte Gruppen. Zuvörderst die sogenannten Puys in der Auvergne in Mittelfrankreich, in deren Reihe sich der geschlossene trachytische Puy de Dôme erhebt, so wie der zur Blase aufgetriebene trachytische Puy de Sarcouy. Ueber 60 dürre und öde schwarze Kegel steigen in langer Reihe hinter einander, auf zwei Meilen Erstreckung über der granitischen Oberfläche auf. Krater, Lavaströme, Schlacken, Rapilli, alles ist dort noch beinahe frisch, und wie von einem seit Kurzem erfolgten Ausbruch herrührend. Vor allen zeichnet sich der Puy de Pariou mit einem ausserordentlich grossen, trichterförmigen Krater aus, vielleicht der schönste aller erloschenen Vulkane.

Diesen Puys der Auvergne sind, hinsichtlich der Erhaltung des frischen Ansehns, mehre vulkanische Kegelberge in den Umgebungen von Olot in Catalonien vergleichbar. Der Mont Sacopa erinnert an den Puy de Pariou.

Mehr verändert und nicht mehr so rauh und schroff wie die erloschenen Vulkane in der Auvergne erscheint die grosse Anzahl der am Rhein und in der Eifel liegenden Ausbruchskegel. Sie haben grosse Lavaströme ausgestossen, von denen die bedeutendsten die bei Nieder-Mendig und zwischen Mayen und Kettenheim sind, welche die bekannten rheinischen Mühlsteine liefern. Grosse Massen von Asche, Tuff und Auswürflingen beweisen die frühere grosse Thätigkeit dieser längst erloschenen Feuerberge. Einige derselben haben grosse Mengen Bimsstein und den erdigen Trass ausgeworfen, der das Brol-Thal erfüllt. Bimsstein-Conglomerate ziehen sich vom Laacher-See bis auf die rechte Rheinseite herüber, sind im Busen von Neuwied verbreitet, steigen hoch am Friedrichsberg bei Sayn hinauf und treten in mächtigen, deutlich geschichteten Ablagerungen zwischen Sayn und Benndorf auf.

7. BASALTE.

Die basaltischen Gebilde, deren Hauptmasse aus eigentlichem Basalt und aus Dolerit besteht, mit welchen bisweilen auch Klingstein vorkommt und die von Tuffen und Conglomeraten begleitet sind, unterscheiden sich ganz wesentlich von Vulkanen, Eruptionskegeln und Erhebungskratern. Man sieht bei ihnen weder Lavaströme noch Krater. Sie sind im feurigen Fluss auf Spalten aus der Tiefe heraufgestiegen und haben den Weg entweder durch schon geöffnete Spalten genommen, oder die festen Lagen der verschiedensten Formationen durchbrochen und sich dadurch den Weg an die Oberfläche gebahnt.

Gewöhnlich sind sie ganz über die Oberfläche hervorgetreten und überragen geschichtete und massige Felsarten, oder haben sich über dieselben im Flusse verbreitet, darüber ausgegossen und liegen in Platten, Kuppen u. s. w. darauf.

In der Regel treten die basaltischen Berge vereinzelt auf, häufig inselartig und wenn sich auch mehre derselben nahe liegen, so bemerkt man doch gewöhnlich keinen unmittelbaren äussern Zusammenhang. Das reihenweise Fortliegen derselben, oder ihre Gruppirung um einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt, deutet jedoch unverkennbar den unterirdischen Zusammenhang der an der Erdoberfläche isolirt erscheinenden Berge an.

Ueberall, wo man basaltische Massen aufgeschlossen sieht, wo man sie durch bergmännische Arbeiten, hinsichtlich ihres Verhältnisses zu dem umgebenden Gestein, untersucht, stellt sich ganz augenscheinlich heraus, dass sie aus Spalten aus der Tiefe heraufgestiegen sind. Sie verzweigen sich öfters gegen die Oberfläche hin und keilen sich aus. An ihren Rändern liegt in der Regel eine Tuff- oder Conglomeratmasse, welche Bruchstücke des Nebengesteins und Trümmer von tiefer liegenden Gesteinen einschliesst. Der feste basaltische Kern enthält selbst bisweilen Bruchstücke der Felsarten, durch welche er im geschmolzenen Zustande heraufgestiegen ist, und die er durch Hitze bald mehr bald weniger verändert hat. Die Conglomerathülle ist gewöhnlich aus Trümmern des basaltischen Gesteins zusammengesetzt, aus mechanisch zerriebenen, tho-

nigen Theilen, und aus Stücken der Gesteine, durch welche sich der Basalt den Weg gebahnt hat. Sie können als Produkte der Reibung des aufsteigenden Basaltes gegen die Wandungen der Spalte betrachtet werden.

Trümmer tiefer liegender Gesteine, welche sich in den Conglomeraten finden, und das öfter zu beobachtende Vorkommen von Petrefacten, sowohl in denselben, als auch, obwohl ungleich seltner, im festen Basalt, liefern den schlagenden Beweis des Heraufdringens aus der Tiefe, des Durchbruchs von unten herauf, und der Losreissung von Stücken derjenigen Schichten, durch welche der Weg der aufsteigenden Masse gegangen ist. — Setzten die Gebirgsschichten dem aufsteigenden Basalt ein grosses Hinderniss entgegen, so wurden sie mehr oder weniger gehoben, bis sie zerrissen und der Basalt aus der Spalte hervortreten konnte. Man sieht daher nicht selten isolirte Kuppen von geschichteten Formationen, in welche eine Basaltmasse eingedrungen ist, sich über das allgemeine Niveau der analogen Bildungen erheben.

Die Verhältnisse, unter denen der Basalt die geschichteten Felsarten durchbrach, sind sehr verschiedenartig. In den Fig. 105 und 106 sind einige derselben bildlich dargestellt.

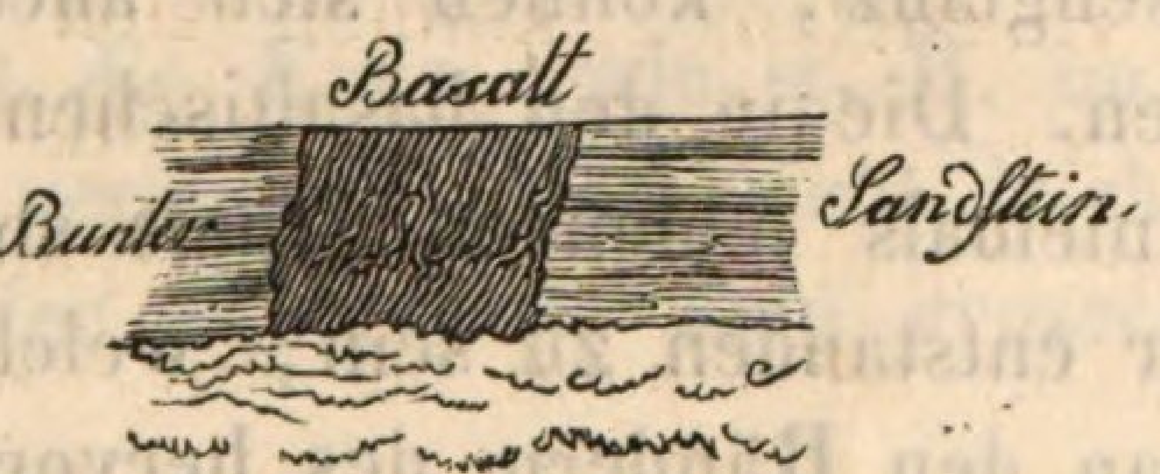


Fig. 105.

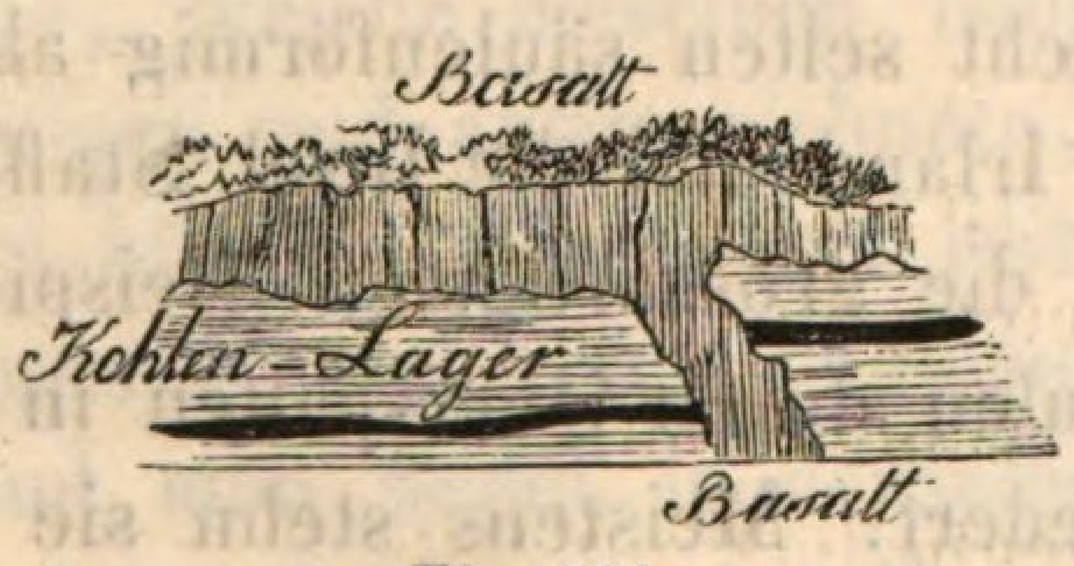


Fig. 106.

In Fig. 105 hat der Basalt den bunten Sandstein gangartig durchbrochen, ohne jedoch dessen wagerechte Schichten verrückt zu haben. In Fig. 106 hat er das Steinkohlengebirge durchsetzt und dasselbe verworfen, an der Oberfläche hat er aber

eine mächtige Masse gebildet, die über das Steinkohlengebirge übergreift.

Die durchbrochenen Gesteine sind durch den durchbrechenden Basalt verschiedentlich verändert worden. Der rothe oder bunte Sandstein hat in der Nähe des Basaltes seine Farbe verloren, ist ausgebleicht oder grau. Er ist fester, beinahe dicht und wie gefrittet. Thone sind jaspisartig geworden; Kalksteine sind in einem theils gebrannten, theils in einem krystallinisch-körnigen Zustande gefunden, Steinkohlen ihres Bitumens beraubt, Thone, Sandsteine prismatisch abgesondert, wie sie es in der starken Hitze der Schmelzöfen werden u. s. w. Alles directe Beweise von der Erhitzung der Gesteinsmassen, die mit dem aufsteigenden Basalt in unmittelbarer Berührung standen.

Die vielen Zeolithe, Kalk- und Kieselmineralien, welche in basaltischen Gesteinen vorkommen, namentlich deren Blasenräume auskleiden oder erfüllen, scheinen Infiltrationen zu sein; da man bei gar vielen Blasenräumen deutlich den Infiltrationspunkt wahrnimmt, und sieht, wie sich von diesem aus die Mineralien stalaktitisch bildeten. Andere Mineralien aber, welche wir in den Basalten antreffen, wie Glimmer, Zirkon, Saphir, können wohl nur durch Schmelzung entstanden sein, andere, wie Eisenglanz, können sich auch durch Sublimation gebildet haben. Die in den basaltischen Tuffen und Conglomeraten fast niemals fehlenden Opale scheinen unter Einfluss von Wasser entstanden zu sein, welches wahrscheinlich in Dampfgestalt an den Rändern des hervordringenden Basaltes ausströmte. Feste Basalte und feinkörnige, dichte Dolerite zeigen sich nicht selten säulenförmig abgesondert, wovon der Riesenweg in Irland und die Insel Staffa mit der Fingalshöhle unter vielen die grossartigsten Beispiele geben. Nicht selten sind die Säulen durch Querspalten in kleine Stücke abgetheilt oder gegliedert. Meistens stehn sie senkrecht auf den Unterlagen, oder wenn sie Spalten ausfüllen, rechtwinklig gegen die Begrenzungsflächen. Die Ursache dieser prismatischen Absonderung kann nur in einer besondern Abkühlung der Basaltmasse gesucht werden. Wenn sie nämlich im schmelzenden Zustande an den Rändern stärker abgekühlt wurde,

als in der Mitte, so entstanden Sprünge senkrecht von der abkühlenden Fläche gegen das Innere, wodurch sich das erkaltende Gestein prismatisch absondern musste. — Zuweilen ist der Basalt plattenförmig und hin und wieder auch schalig abgesondert, welches letztere Strukturverhältniss hauptsächlich von der Verwitterung herrührt.

Wenn man an manchen Punkten basaltische Massen gleichsam lagerartig zwischen geschichteten oder plattenförmigen Gebirgsbildungen und damit, dem Anschein nach, in mehrfachem Wechsel sieht, so ist hier doch nie von wirklicher Ein- oder Wechsellagerung die Rede, indem diese Massen immer mit von unten aufsteigenden Basaltbildungen in Verbindung stehen. Da diese oft leichter zwischen getrennten Schichten eindringen, als dieselben zerbrechen konnten, so nahmen sie den Weg in der Richtung des geringsten Widerstandes und drangen auf diese Weise zwischen den Schichten ein. Aber auch solche Basaltmassen verästeln sich öfter wieder nach aufwärts und beweisen dadurch, dass sie die höher liegenden Schichten durchbrechen, ganz augenscheinlich ihr Heraufsteigen und Eindringen von unten.

Auch auf Erzgängen sind an mehren Orten Basalte aufgestiegen, wie z. B. im Siegenschen und im Erzgebirge und gewöhnlich haben sie den Erzgang verworfen oder abgeschnitten und oft die Erze, wie z. B. im Siegenschen den Spatheisenstein, verändert. Man sieht leicht ein, wie ihrem Eindringen auf der Gangspalte kein grosses Hinderniss entgegenstand.

Oeftere Begleiter basaltischer Massen sind Klingsteine oder Phonolithe, welche dieselben isolirten Gestalten wie die Basaltberge zeigen und ausgezeichnete, steile und oftmals ganz spitze Kegel bilden. Sie liegen reihenweise, wie die Basalte, haben einen Mantel von Conglomeraten und Tuff um sich wie diese und man findet in denselben Bruchstücke der nebenstehenden und der tieferliegenden Gesteine, lauter Verhältnisse, welche anzeigen, dass sie, wie die Basalte, auf Spalten aus dem Erdinnern emporgestiegen sind. Eine ausgezeichnete Reihe von Klingsteinbergen erhebt sich im Hegau, nordwärts vom Bodensee und bildet die vorderste Reihe in jener

merkwürdigen Gruppe vulkanischer Berge, welche dreifach hintereinander, in südwestlicher und nordöstlicher Richtung, am südöstlichen Abfall des schwäbischen Jura, zwischen dem Rhein und der Donau aufsteigen, und in isolirten Kegeln die langgezogenen Juraberge überragen. Auch am Rhein und im böhmischen Mittelgebirge liegen Klingsteinberge im basaltischen Gebiet.

Die Basalte haben alle Gebirgsbildungen durchbrochen von der ältesten bis zur posttertiären, geschichtete und massige wie metamorphische. Ihre Verbreitung ist ganz allgemein, und in Deutschland sehen wir sie namentlich in der Wetterau, am Vogelsgebirge, am Westerwald, im Hegau, auf der schwäbischen Alp, in der Nähe von Cassel und an vielen andern Orten.

8. DIE MELAPHYRE ODER AUGITPORPHYRE

sind in der Art des Hervortretens den Basalten gänzlich ähnlich, erscheinen immer am Fuss der Gebirgsketten, nicht isolirt wie die Basalte, sondern in grossen zusammenhängenden Massen und unter solchen Verhältnissen, dass diese schwarze porphyrische Bildung höchst wahrscheinlich vielfältig die Ursache der Emporhebung der Gebirge gewesen ist.

Der Melaphyr besteht aus einer labradorischen Grundmasse, die mit mehr oder weniger Augit sehr innig gemengt ist und in welcher Krystalle von Labrador und Augit liegen. Die Grundmasse hat gewöhnlich eine grüne oder graue, trübe Farbe, wird aber auch bisweilen sehr licht und manchmal so dunkel wie Basalt. Es giebt eine Menge von Abänderungen des Melaphyrs.

Um seine feste Masse liegen Conglomerate und Anhäufungen schlackiger Gesteine, und alle Erscheinungen, welche man da beobachtet, wo die Melaphyre mit andern Gebirgsbildungen in Berührung stehen, beweisen uns, dass sie auf grossen Spalten von unten heraufgestiegen sind, die Lagen der verschiedenen Gebilde durchbrochen und Hebungen und Zerreissungen grosser Gebirgstheile veranlasst haben.

Am schönsten sieht man dies im südlichen Tyrol am Rande der Alpen. Dort liegt über den schwarzen Melaphyrmassen

eine mächtige Dolomitbildung, die in schroffen, weissen Wänden, wild zerrissenen Felsen und hoch aufgezackten Spitzen viele Meilen weit fortzieht und ein Bild der wildesten Zerspaltung liefert. — Ausserdem kommt der Melaphyr am Rande vieler Gebirge und in Deutschland namentlich am Fuss des Hundsrückens, im Thüringer Walde, im Harz (besonders bei Ilfeld), in Schlesien bei Waldenburg vor. Mehrfältig finden sich in seiner Nähe Erze und namentlich im Harze, in ihm selbst, Manganerzgänge.

Anhangsweise erwähnen wir hier des Leucitophyrs, bestehend aus einem körnigen, krystallinischen Gemenge von Augit, Leucit und Magneteisen, von schwarzer Farbe und weiss gesprenkelt und wenn er sehr dicht ist, von grauer Farbe. Oefters liegen einzelne Krystalle von Augit und Leucit in der innig gemengten Grundmasse, wodurch das Gestein porphyrartig wird.

9. TRACHYTE UND ANDESITE

erscheinen unter denselben Verhältnissen wie die Basalte, und steigen gewöhnlich in isolirten hohen Kegeln oder Domen auf. Wo sie in zusammenhängenden und ganz grossen Massen erscheinen, wie z. B. in den Andes und am Kaukasus, da setzen sie hohe Ketten mit thurmförmigen Gipfeln zusammen und zeigen die Zerspaltungen, Pyramiden und Spitzen des alpinischen Gebirgslandes. Man sieht die Trachyte öfters in Berührung mit Basalten und dann liegen sie in der Regel unter dem augitischen Gestein. So tritt Trachyt nur im Innern der Erhebungskrater, in der Spalte, die zum Erhebungskrater führt, oder in diesem selbst, aus den basaltischen Massen hervor und vielfältig setzen hier Trachytgänge von unten aufwärts in die basaltischen Gesteine über. Hin und wieder greifen jedoch auch wahre Basalte in Gängen und Trümmern in den Trachyt ein und solche Massen sind offenbar erst nach der Bildung des Trachyts heraufgestiegen.

Gewöhnlich haben Trachytberge eine Hülle von Tuff und Conglomerat. Der im festen Gestein vorwaltende und dasselbe charakterisirende Feldspath ist mitunter noch ziemlich frisch, auch in den Conglomeraten zu erkennen, weit häufiger

jedoch sieht man ihn darin zersetzt, erdig und in eine thonige Substanz umgewandelt. Bruchstücke des Nebengesteins und der tiefer liegenden Schichten zeigen sich ebenso darin, wie in den basaltischen Conglomeraten. Man sieht sie öfters geschichtet, also unter Einfluss des Wassers abgesetzt. Jedoch zeigen sich Conglomerate und Tuffe häufig auch ohne alle Schichtung und ganz von der Beschaffenheit der Reibungsprodukte. Sehr oft findet man Opale darin, wie in den basaltischen Tuffen, namentlich in Ungarn und dort bilden sie das Muttergestein der schönen farbenspielenden edlen Opale.

Hin und wieder, wie z. B. in den Andes und im Siebengebirge, ist der Trachyt prismatisch abgesondert, jedoch ist diese Struktur bei weitem seltner als beim Basalt, wogegen viele Trachyte, namentlich die amerikanischen, eine sehr deutliche und regelmässige plattenförmige Absonderung besitzen.

Untergeordnet erscheinen im Trachyt Klingstein, Perlstein, Pechstein und Obsidian. Ersterer kommt in der Andeskette häufig vor; Pechstein und Perlstein in den Euganeen, in Ungarn und Mexiko; Obsidian in den letztern beiden Ländern. — Auch Erzlagerstätten fehlen im Trachyt und Andesit nicht; es scheinen darin die gold- und silberreichen Gänge Mexiko's zu liegen und auch Zinnober und Zinnerz findet man darin. Die goldführenden Trümmer zu Königsberg in Ungarn setzen in einem Trachyt-Conglomerate auf und zu Telkebanya in Siebenbürgen kommen sowohl in demselben als im festen Trachyt goldhaltige Silbererze vor.

Die Trachytbruchstücke, welche man nur in den jüngsten tertiären und in dem Schuttlande der posttertiären Formationen findet, setzen es ausser Zweifel, dass die Trachyte zu den neuesten Bildungen gehören. Am Gleichenberge in Steiermark steigen sie auch unmittelbar aus den Geröllen auf. Am Kaukasus sind die Tertiärschichten des caspischen Litorals dadurch aufgerichtet.

An Mächtigkeit und Höhe übertreffen die Trachyt- und Andesitmassen die Basalte und Melaphyre bei weitem; namentlich ist die Mächtigkeit in den Andes und am Kaukasus sehr

ungewöhnlich und sie steigen hier bis zu einer Höhe von 12 bis 20,000 Fuss an.

Die Verbreitung der Formation erscheint sehr allgemein, wenn man sich erinnert, wie viele Vulkane daraus bestehen. Von den vielen Orten des Vorkommens nennen wir das Siebengebirge, die Euganeen, die Auvergne, Ungarn, Siebenbürgen, Griechenland, Nordafrika, den Kaukasus, die Andes u. s. w.

10. URSACHEN DER VULKANISCHEN ERSCHEINUNGEN.

Nachdem wir bis jetzt die vulkanischen Erscheinungen und ihre nächsten Folgen betrachtet haben, wenden wir uns nun zunächst zu ihren Ursachen. Augenscheinlich ist bei den Erdbeben und Vulkanen eine sehr grosse Kraft wahrnehmbar, die aus dem Innern der Erde nach der Oberfläche derselben wirkt. — Wir kennen aber keine Kraft, welche mit solcher Stärke und Schnelligkeit, wie wir sie bei diesen Erscheinungen wahrnehmen, wirkt, welche mehre hundert, ja tausend Fuss dicke Massen von Felsen erschüttern, zerreissen und emporheben könnte, als die Kraft der elastischen Flüssigkeiten, der Gase und Dämpfe.

Bei den vulkanischen Ausbrüchen und in mehren Fällen auch bei den Erdbeben sehen wir wirklich Gase und besonders Wasserdampf mit Gewalt aus der Erde dringen, entweder als fühlbaren Wind, oder als dicke Rauchwolken, oder als entzündete Feuersäule, oder auch unsichtbar und unfühlbar, als Mofette der Erde in die Atmosphäre entschlüpfend. Den vulkanischen Ausbruch begleitet dabei eine Entwickelung hoher Grade von Wärme, die bei Erdbeben nur selten wahrgenommen wird und die bis zu einer solchen Höhe steigt, dass durch sie Mineralkörper verschiedener Art erweicht, zum Fluss gebracht, sublimirt und auf vielfache Art zerstört und umgewandelt werden.

Daher bestehen zwei Hauptmomente, auf welche alle Erscheinungen der Erdbeben und Vulkane sich zurückführen lassen: Entwickelung von Dämpfen und elastischen Gasen und Entwickelung von Wärme bis zu den höchsten Graden. Beide stehen unter sich in der innig-

sten Verbindung, und da das Erste wahrscheinlich nur die Wirkung des Zweiten ist, so beruht zuletzt Alles auf dem Zweiten. Um die Erscheinungen des Vulkanismus bis zu ihrem entferntesten Urquell zu verfolgen, würde man daher die Ursachen aufsuchen müssen, die in einer noch unbekannten Tiefe unter der Erdoberfläche eine so grosse Wärmeentwickelung hervorzubringen vermöchten. Diese mit einiger Sicherheit anzugeben, dazu reichen aber die bis jetzt erhaltenen Wahrnehmungen nicht hin, wir müssen uns daher auf Wahrscheinlichkeiten beschränken, die wir gedrängt angeben wollen.

Neuere physikalische und geologische Beobachtungen leiteten die Ansicht von der Bildung des Erdballs dahin, dass derselbe ursprünglich feurigflüssig gewesen sein müsse, und dass er in sehr langsamem Fortschreiten von der Oberfläche nach dem Mittelpunkte zu abkühle, indem der glühende Kern von einer Rinde umgeben werde, bestehend aus den uns bekannten Felsarten, die man theils als Erzeugnisse der vom innern Feuer hervorgebrachten Zersetzungen oder chemisch bewirkten Veränderungen der Kernmasse, theils als Bodensätze des später diese bedeckenden Meeres zu betrachten habe.

Die gegen die Gluth im Innern des Erdballes hie und da erregten Zweifel sind unbedeutend, und werden durch zu viele Erfahrungen widerlegt. Ausser den vulkanischen Erscheinungen gehören auch die an unzähligen Punkten der Erde hervorbrechenden heissen Quellen zu den Beweisen dafür; und zwar um so mehr zu den wichtigsten Beweisen, als diese Quellen ihre zum Theil sehr hohen Wärmegrade durch Jahrhunderte unverändert behalten haben; über alle Gegenden der Erde verbreitet sind; hauptsächlich längs den grossen Gebirgsketten hervorkommen, welche, wie unten gezeigt werden wird, mit dem Sitze des vulkanischen Prozesses in naher Beziehung stehen; und weil sie endlich auch in den vulkanischen Gegenden nicht fehlen, sondern dort sogar häufig sind.

Wir sahen schon im ersten Abschnitte, dass man durch Thermometer-Beobachtungen in Bergwerken und Höhlen der Erde in verschiedenen Tiefen und durch thermometrische Untersuchung vieler aus verschiedenen Tiefen hervorkommen-

der und durch Bohrbrunnen erlangter Wasser genauere Nachforschungen über den Wärmezustand des Innern der Erdrinde angestellt hat. Diese haben das Ergebniss geliefert, dass in dem uns zugänglichen Theile dieser Rinde die Wärme mit der Tiefe zunimmt; zwar nicht überall in gleichem, aber überall in so grossem Verhältniss, dass, wenn dies gleich fortschreitend bliebe, der Mittelpunkt der Erde einen Hitzgrad haben müsste, für welche wir keinen Massstab haben. Jedoch hat man nicht nöthig anzunehmen, dass die Wärme bis zum Mittelpunkt der Erde stets in dem Verhältniss zunehme, welches sich in den obern Theilen derselben gezeigt hat. Wir nennen das, was wir von der festen Masse des Erdballs kennen, mit Recht die Rinde der Erde, weil unsere Kenntniss sich kaum bis zu dem $1/2000$ Theil des Erddurchmessers erstreckt; aber wir wissen nicht, wie tief hinab sie aus denselben Stoffen besteht, die uns als ihre Bestandtheile bekannt sind; und was die Unterlage dieser Bestandtheile bildet, davon haben wir nicht die geringste Kenntniss.

Die Bestandtheile dieser uns bekannten sogenannten Erdrinde sind die Mineralmassen, die wir Felsarten nennen, von denen wir bereits zwei Klassen kennen gelernt haben und eine dritte noch kennen lernen werden. Diejenigen unter ihnen, welche den in Vulkanen und Erdbeben wirkenden Kräften, oder dem Sitze derselben, am nächsten gelegen zu sein scheinen, sind die vulkanischen, plutonischen und metamorphischen. Auch jetzt noch, obgleich über jünger abgesetzte Felslager erhoben, und dieselben durchbrechend, scheinen jene Felsarten in ihren untern Theilen die nächsten an dem Sitze der die vulkanischen Erscheinungen hervorbringenden Ursachen zu sein, denn aus ihnen brechen die meisten vulkanischen Erscheinungen hervor; die häufigsten Erdbeben äussern sich längs den Füssen der aus diesen Massen bestehenden Gebirgsketten, und fast alle heissen Quellen entspringen aus denselben. Dennoch aber bietet die Beschaffenheit dieser die tiefsten uns bekannten Theile der Erdrinde bildenden Felsarten durchaus nichts dar, was erlaubte, in ihnen selbst den Sitz der zur Hervorbringung jener Phänomene erforderlichen Wärme zu suchen.

Die geringe Menge von brennbaren Stoffen, die sich diesen Felsarten beigemengt oder eingelagert finden, als: Schwefel, Kohle, Kiese, Erdharz, deren Verbreitung, so weit wir sie kennen, auch gar nicht bedeutend ist, kann dazu den Stoff nicht liefern. Die Felsarten selbst sind dazu ebenfalls nicht geeignet; und man kennt keinen der Natur eigenen oder gewöhnlichen Prozess, der in diesen Massen eine beträchtliche, bis zur Entzündung gehende, und zwar durch Jahrtausende dauernde Erhitzung hervorzubringen vermöchte.

Können wir nun in diesen, und noch viel weniger in den über denselben liegenden Felsarten den Sitz des vulkanischen Prozesses nicht auffinden, so müssen wir wohl annehmen, dass er tiefer als diese liege, wozu denn auch alle oben angeführten Umstände berechtigen.

Weiter, nächst der Ansicht, dass dieser Sitz in einer beträchtlichen Tiefe unter der Erdoberfläche und unter den massigen und metamorphischen Felsarten zu suchen ist, müssen wir auch dabei beharren: dass die vulkanischen Erscheinungen und die Erdbeben nicht zerstreute, sich zufällig bald da, bald dort ereignende, durch äussere Ursachen hervorgebrachte Phänomene sind, sondern dass ein auf gewissen Naturgesetzen beruhender ununterbrochen fortdauernder Prozess im Innern der Erde (in welcher Tiefe wissen wir nicht) besteht, der in einem eigenthümlichen Organismus dieses Innern begründet ist, in welchem durch immerfort entwickelt werdende oder bestehende Hitze, und durch die Dilatation des Wassers und seine Verwandlung in Dampf, oder anderer festen Stoffe in Gase, dieser Prozess beständig genährt wird und von jeher unterhalten worden ist. Wir müssen die Vorstellung festhalten: dass der innere Bau der Erde und das Material derselben die Richtungen, in denen dieser Prozess wirkt, bestimmen, und dass darum immerfort und regelmässig und jährlich und öfter dieselben Striche, ja dieselben Punkte der Oberfläche von seinen Wirkungen getroffen werden, andere dagegen ganz oder fast ganz davon verschont bleiben.

Man könnte sich nun von einer solchen steten Thätigkeit der Vulkane, z. B. des Vesuvs, folgende Vorstellung bilden. Durch viele Spalten dringt, wie bei den Quellen, das Wasser tief in die Erde, bis die Temperatur derselben 1000° ist, wozu eine Tiefe von etwa 100,000 Fuss nöthig ist. Aus derjenigen Spalte, in welcher der geringste Widerstand, z. B. durch die Spalte *a e c*, Fig. 107, stattfindet, dringt das Was-

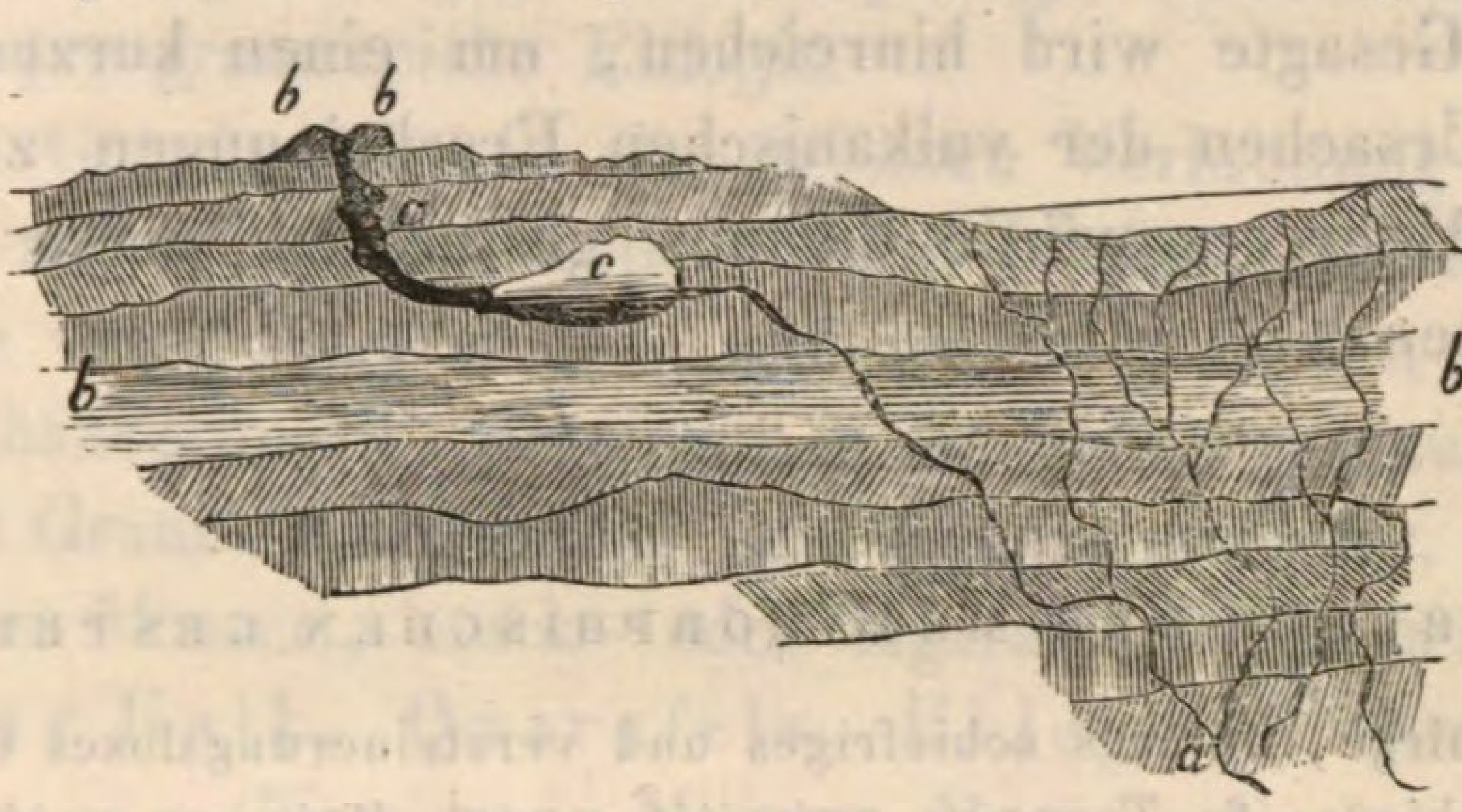


Fig. 107.

ser als Wasserdampf heraus. Trifft das Wasser auf seinem Wege Schichten von schmelzbaren Gebirgsarten an, z. B. die Schicht *b b*, so werden diese schmelzen, und in den Kanal *c* heraufgedrängt werden; hat sich durch das Abschmelzen eine Höhle gebildet, so werden sich in dem obern Raum derselben die Wasserdämpfe ansammeln, und durch ihren Druck die flüssige Säule *c* in die Höhe drücken. Beträgt die Tiefe der Spalten bis *a* 100,000 Fuss, so kann die Höhe der Lava, welche dadurch in die Höhe gedrückt wird, ungefähr 30,000 Fuss betragen. Vermehrt sich die Masse der Dämpfe in der Höhlung *c*, so wird ein Theil durch den Kanal in die Höhe steigen, die obere zähe Lavadecke zersprengen und einen Ausbruch bewirken. Eine kleine Zeit wird vergehen, bis sich wieder grössere Dampfmengen in der Höhlung ansammeln und dann wird sich der Ausbruch wiederholen, ganz so, wie das Herauswerfen des Wassers beim Carlsbader Sprudel oder bei dem Geyser auf Island stattfindet, und wie man es so leicht künstlich, vermittelst einfacher Apparate, nachmachen kann. Je mehr Wassermassen sich entwickeln, um so mehr wird sich die ausgeworfene rund um die Oeffnung herum vermehren, und in der Mitte dieser Masse selbst wird

die flüssige Masse emporsteigen, die ausgeworfenen Massen zusammenschmelzen, wenn Spalten entstehen, in diese hineindringen, bis die ausgeworfenen Massen eine bestimmte Höhe erreichen, und der Druck der flüssigen Masse gegen die Seitenwände des Kraters so gross wird, dass sich darin eine Oeffnung, gewöhnlich eine mehr oder weniger senkrechte Spalte bildet, woraus dieselbe abfliessen muss.

Das Gesagte wird hinreichen, um einen kurzen Begriff von den Ursachen der vulkanischen Erscheinungen zu geben, denn ein Mehreres würde die uns gesteckten engen Grenzen überschreiten.

C. GRUPPE DER METAMORPHISCHEN GESTEINE.

(Grundgebirge, unteres schiefriges und versteinerungsloses Gebirge; Urgebirge; fr. *Terrains primitifs*; engl. *Primary rocks*.)

Unter der cambrischen Formation, welche die älteste der geschichteten ist, liegt eine mächtige Masse versteinerungsleerer, krystallinischer Gesteine. Sie besitzen eine ausgezeichnete, blättrige oder schiefrige Struktur, zeigen aber keine deutlich ausgesprochene Schichtung. Da sie, wie schon bemerkt, höchst wahrscheinlich durch Umänderung geschichteter Gesteine mittelst plutonischer Einwirkung entstanden sind, so hat man sie sehr zweckmässig metamorphische Gesteine genannt.

Nach oben zu gehen sie häufig allmälig in die Thonschiefer der cambrischen Formation über; was unter ihnen liegt, ist theils unbekannt, theils sehen wir plutonische Massen darunter, aber niemals ohne ihre Verrückung aus der horizontalen Lage, so dass wir diese massigen Gesteine als spätere Bildungen ansehen müssen.

Beim Eintritt in ein metamorphisches Gebirge treten uns lauter krystallinische Bildungen entgegen. Nichts mehr, was an Absatz aus dem Gewässer, an geschichtete Bildungen erinnert; keine conglomeratischen Gesteine. Glänzende Krystalle erfüllen die Gesteine oder krystallinische Gestalten und ziehen den Mineralogen und Mineraliensammler an. Drusenräume

geben ihnen reiche Ausbeute der schönsten und verschiedenartigsten Mineralien. Hier ist alles Produkt chemischer Wirksamkeit.

Als Hauptmassen treten in den metamorphischen Bildungen Gneis und Glimmerschiefer auf; Chlorit-, Talk- und Hornblende-Gesteine erscheinen in kleinern Parthien; untergeordnet körniger Kalk, der feldspathige Weissstein, Quarzfels und der granatreiche Eklogit.

Der Gneis tritt in der grössten Verbreitung und Ausdehnung auf. Er bedeckt in einigen Ländern ununterbrochen Tausende von Quadratmeilen, und erscheint in den mannigfaltigsten Abänderungen; einerseits in Annäherungen zum Weissstein und Granit, andererseits zum Glimmerschiefer. In untergeordneten Massen, stock- oder lagerartig, erscheinen darin körniger Kalk, Quarzfels, Eklogit (Fichtelgebirge), Weissstein (Namiest in Mähren, Penig in Sachsen), Hornblendegestein, und durch Uebergänge verläuft er sich in Chlorit- und Talkschiefer. Durch Ueberhandnehmen von Feldspath wird er dickblättrig, granitisch. Abänderungen dieser Art spalten sich in der Regel leicht nach einer Richtung, welche die Glimmerlage ziemlich lothrecht schneidet. Die Schieferung ist niemals auf grosse Entfernungen gleichförmig, dagegen häufig gebogen, verschiedenartig gekrümmt und gewunden. Was man auch von wahrer Schichtung des Gneises sagen mag, so kann es doch nur nothdürftig für einzelne kleine Stellen als Annäherung dazu gelten, da die Gneisblätter niemals auf grössere Strecken und unter sich in Parallelismus fortliegen, wohl aber nach Fallen und Streichen auf ganz kurze Distanzen so sehr verschieden sind, dass eine Regel dafür anzugeben kaum möglich ist. Die Uebergänge in Granit zeigen auch deutlich an, dass man kein abgesetztes Gestein vor sich hat, und die unbefangene Betrachtung der Struktur des Gneises muss ihre Vergleichung mit der Schichtung und jeden Gedanken daran sogleich verdrängen.

In den Alpen wird der Glimmer des Gneises öfters durch Talk oder Chlorit ersetzt. Man nennt solche Abänderungen Protogyn und findet sie hauptsächlich in den Umgebungen des Montblanc in den westlichen und am Splügen und Ber-

nina in den östlichen Alpen. Dieser Protogyn ist gewöhnlich dickblättrig und granitisch.

Der Glimmerschiefer steht in mehren Gebirgen, namentlich in den Alpen und Sudeten, nach oben, in einer nahen Verbindung mit Thonschiefer, der, soviel man bis jetzt weiss, petrefactenleer ist, jedoch offenbar zu den geschichteten Gesteinen gehört.

Im Innern der Glimmerschiefermasse sieht man die zahlreichen Abänderungen des Gesteins, seine Verknüpfung mit Gneis, Chlorit- und Talkschiefer, Hornblendeschiefer, seinen Uebergang in schiefrigen Quarzfels, durch Ueberhandnehmen und Zusammenfliessen der Quarzkörner. In Brasilien geht aus einer ähnlichen Veränderung des Talkschiefers der Itakolumit (Gelenkquarz, biegsame Sandstein), eine quarzige Abänderung desselben, hervor. Er hat eine grosse Verbreitung in jenem Lande und steht mit einer andern interessanten Schiefermasse, dem Eisenglimmerschiefer oder Itabirit, in Verbindung.

Vielfältig liegen Massen von körnigem Kalk im Glimmerschiefer, theils in unregelmässigen, stockförmigen, massigen Partien, theils lagerartig und in regelmässige Bänke abgetheilt und mit Glimmer- und Talkblättern auf den Schichtungsflächen. Auf solche Weise kommen die schönen Marmorarten zu Laas und Schlanders in Tyrol, so wie die vielen körnigen Kalkmassen in den Salzburger Alpen, im schlesischen Gebirge u. s. w. vor. Auch Dolomite finden sich nicht selten im Glimmerschiefer. — Ausgezeichnet ist der Glimmerschiefer und die ihn begleitenden Chlorit- und Talkschiefer durch Einschluss zahlreicher und schön auskrystallisirter Mineralien. — Die Blätterlagen des Glimmerschiefers sind gewöhnlich dünn, häufig wellenförmig gekrümmt und verschiedenartig, bisweilen selbst im Zickzack, gebogen und die kleinern Quarz- und Kalklager machen gewöhnlich alle Biegungen mit.

Der Quarzfels ist oft sehr rein und krystallinisch, in Bänke abgesondert und zuweilen so körnig, dass er sandsteinartig aussieht.

Diese verschiedenen metamorphischen Gesteine beobachten durchaus keine als Regel geltende Aufeinanderfolge. Sie wech-

seln häufig auf verschiedene Weise mit einander ab, verlaufen in einander und gehen selbst in massige, krystallinische Bildungen über.

In der Regel liegen Glimmerschiefer, Gneis u. s. w. immer unter den versteinerungsführenden Schichten, als deren Grundlage. Das Daraufliegen jener, so wie die Bruchstücke, welche sie von den krystallinisch-schiefrigen Gesteinen einschliessen, zeigen deutlich an, dass sie jünger sind. An mehren Punkten hat man indessen diese metamorphischen Gesteine auf den geschichteten liegen, oder in einer solchen Verbindung mit versteinerungsführenden Lagern beobachtet, dass sie nur durch späteres Eindringen in die schon vorhandenen neptunischen Schichten in dieselbe gelangt sein können, und demzufolge auch erst später, nachdem die aus dem Wasser abgesetzten Schichten schon gebildet waren, ihre gegenwärtige Stellung eingenommen haben. — Der ausgezeichneteste Punkt dieser Art ist in den Berner Alpen, im Urbachthal, vorhanden. Im Urbach-Sattel, zwischen diesem Thal und dem Rosenlaui-Gletscher, sieht man in einem Profile von etwa 5000 Fuss Höhe von dem Tosenhorn her ganz deutlich vier bis fünf Gneis-Keile in den Kalkstein des Gstellihorns hineinsetzen. Der Kalkstein ist zwischen den Keilen körnig, zum Theil bunt gefärbt und von Talkblättchen durchzogen, zum Theil von der Beschaffenheit der Rauchwacke; der Gneis ist protogynartig. Dieses merkwürdige Verhältniss findet seine Erklärung in der Annahme, dass der Gneis von unten in das aufgesprengte Kalksteingebirge eingedrungen ist. Auch im Schwarzwalde, im Fichtel- und Erzgebirge, in Schottland u. s. w. hat man ähnliche Verhältnisse zwischen metamorphischen und geschichteten Felsarten wahrgenommen, und sie schliessen sich an die an, welche zwischen den letztern und den plutonischen Gesteinen existiren.

Von ganz besonderer Bedeutung ist die Erzführung der metamorphischen Gesteine, besonders des Gneises. In ihm setzen die vielen Gänge des sächsischen und des böhmischen Erzgebirges, ein grosser Theil von den Gängen des Schwarzwaldes, die vielen Gänge in den Salzburger Alpen u. s. w. auf. Sie führen Gold-, Silber-, Kobalt-, Kupfer-, Blei-,

Eisen-, Antimon-, Zink-, Arsenik-Erze u. s. w. Sehr metallreich ist auch das skandinavische Gneisgebirge, in welchem stockförmige Massen, bisweilen von ungeheurem Umfange, von Eisen- und Kupfererzen und silberhaltigem Bleiglanz vorkommen. Es gehört dahin das Erzlager von Fahlun, von Sala, die Dannemora-Eisenerzlagerstätte und die gigantischen Eisenerzmassen von Lappmarken.

Der Glimmerschiefer ist ebenfalls metallführend, jedoch im Allgemeinen weniger als der Gneis. In den Salzburger Alpen findet man in ihm viele Gänge, die Bleiglanz, Blende und Spatheisenstein führen, auch setzen die gold- und silberführenden Gänge aus dem Gneis dieser Alpengegend in Glimmerschiefer über, verlieren aber bald den Gold- und Silbergehalt. Es liegen darin die edlen Silbergänge von Kongsberg in Norwegen, die Goldgänge von Aedelfors in Schweden, die Gänge von Kupferberg und Gieren in Schlesien, mehre Kupfergänge in Ungarn, die Kupfererze von Röraes in Norwegen, mehre Eisenstein- und Bleiglanzlager im schlesischen Gebirge, die Kobaltlagerstätten von Tunaberg und Skutterud in Skandinavien. Bei Goldenstein in Mähren, bei Hafnerzell, unweit Passau, am Pic du Midi in den Pyrenäen, liegt Graphit im Gneis und Glimmerschiefer.

Die Mächtigkeit der metamorphischen Felsarten ist ausserordentlich gross und beträgt häufig mehre tausend Fuss und man findet sie in allen Höhen vom Meeresspiegel an den norwegischen Scheeren bis zu 12,000 Fuss in den Alpen. Gewöhnlich ragen sie über die geschichteten Gesteine hervor, öfters aber sieht man sie auch nur am Fusse eines vorzüglich aus petrefactenführenden Schichten bestehenden Gebirges, oder erst im Hintergrunde der Thäler.

Die Formen sind mannigfaltig. Bei geringer Höhe der Massen sind die Umrisse der Berge sanft, gerundet, und die Thäler mulden- und wannenförmig. Grosse zusammenhängende und niedrige Gneis- und Glimmerschiefermassen setzen wellenförmige Bergebenen und Plateaux zusammen. Erreichen sie aber eine bedeutende Höhe und liegen viele untergeordnete Massen von Quarzfels und Kalkstein darin, dann treten auffallendere Formen auf. Hohe langgezogene Rücken, mit steilem

Abfall und oft felsigen oder, zumal im Gneisgebirge, ganz steilen, mauerartigen Gehängen, schliessen tiefe Thäler ein. Die Gipfel sind ausgezackt und zerrissen, wenn Quarz- und Kalkmassen, oder quarzige Gneise dieselben bilden. Auf dem Kamm erheben sich einzelne domförmig oder parabolisch gewölbt, wenn ihn die Schiefer allein zusammensetzen. Die Querthäler sind gewöhnlich enge und mitunter tiefe, von steilen und hohen Felsenmauern eingeschlossene Spalten, wie z. B. das Höllenthal im Schwarzwald.

Im Alpengebirge setzen sie kolossale Berge zusammen. Die Formen überraschen hier durch Grösse und häufig auch durch Reinheit und Mildheit. Mächtig hohe Ketten mit scharfen Gipfeln und steilen Abfällen steigen über einander auf und umschliessen lange und tief eingerissene Thäler. Die härtern Gesteine bilden an diesen öfters wilde Felsen und gigantische Felsentreppen (Tauern). Die stark verwitternden Glimmerschiefergehänge sieht man häufig, zumal wenn sie unbewaldet oder, durch kahlen Abtrieb nackt gemacht, allen Angriffen der Atmosphärilien preisgegeben sind, tief eingefurcht; in lange, von der Höhe gegen den Fuss herabziehende, und gegen diesen immer weiter und tiefer werdende Schlünde graben sich die Wasser ein und führen unermessliche Schuttmassen durch diesen herab in das Thal und über fruchtbare Gefilde.

Der Gneis zeigt immer rauhere Formen als der Glimmerschiefer, da er härter ist; er bildet im Hochgebirge daher nicht selten scharfe Hörner. Die Gehänge zeigen gewöhnlich viel treppenartige Vorsprünge der über einander liegenden Gneisplatten und sind dadurch ersteiglich.

Die Quellen der metamorphischen Bildungen zeichnen sich im Allgemeinen durch eine grosse Reinheit aus und enthalten gewöhnlich nur Spuren von Kochsalz und etwas Kohlensäure. Es kommen aber auch Mineralquellen und zwar Thermen und Säuerlinge daraus hervor. In den Alpen erscheinen unter solchen Verhältnissen die warmen Quellen von Naters, Leuk, Bagnes, Chamouny, St. Gervais, Aix les Bains, Moutiers, Beida, Petersthal, Bagno di S. Martino, Gastein u. s. w. Auch aus dem schlesischen Gneisgebirge (Landeck),

aus den metamorphischen Gesteinen Neu-Andalusiens, Venezuelas und der Insel Trinidad kommen heisse Quellen. Die Quellen von Baden-Baden treten aus Conglomeratschichten hervor, die auf Gneis ruhen. — Säuerlinge kommen in grosser Zahl aus dem Gneis des Schwarzwaldes hervor. Die Quellen von Rippoltsau, Griesbach, Petersthal, Antogast sind bekannt. Auch im Fichtelgebirge und in Böhmen quellen viele Säuerlinge aus den metamorphischen Gesteinen hervor.

Ihre Verbreitung ist sehr allgemein. Sie bilden die Hauptmasse der Centralkette der Alpen, treten in den Pyrenäen, an den Cevennen, in Limousin, an den Vogesen, am Schwarzwalde, Odenwalde, Spessart, im Fichtelgebirge, am Thüringerwald, im Erzgebirge stark entwickelt auf, am Harz aber nur sehr untergeordnet. Sie setzen ferner die Hauptmasse der Gebirge in Schweden und Norwegen zusammen; sie erscheinen in Schottland, auf Grönland, am Ural, in Nordamerika, in Aequinoctial-Amerika, in Brasilien, auf den griechischen Inseln, am Himalaya u. s. w.

SIEBENTER ABSCHNITT.

DIE LAGERSTÄTTEN DER METALLE.

Bei den Mineralien, aus welchen wir Metalle gewinnen, ist die Art, wie sie sich gebildet haben, am deutlichsten, wenn sie zwischen und in Gebirgsschichten, die aus Wasser abgesetzt wurden, vorkommen; und eins der wichtigsten Lager ist in dieser Hinsicht das bereits bei der Zechstein-Formation erwähnte Kupferschieferflötz. Unter jenem Kalkstein, zuweilen auch in den untersten Schichten desselben, findet sich nämlich zwischen dem Harz, dem Thüringerwalde, dem Spessart und dem westphälischen Schiefergebirge ein Lager von geringer Stärke, von 4 Fuss bis einige Zoll, welches man in diesem grossen Raume stets antrifft, wenn das obere Gebirge weggewaschen oder durchbrochen ist. Es besteht dieses Lager aus Thonschiefer mit Kalk gemengt, enthält Bitumen von zersetzten organischen Substanzen, Kupferkies, Kupferglanz, Schwefelkies und andere Schwefelmetalle in krystallisirtem Zustande. Die Bildung desselben lässt sich nur dadurch erklären, dass in das von den angeführten Bergen gebildete Bassin Wasser, welches schwefelsaures Kupferoxyd, Eisenoxydul, Silberoxyd, Bleioxyd u. s. w. aufgelöst enthielt, sich ergoss und die organische Schöpfung tödtete, und dass die schwefelsauren Metalloxyde in Schwefelmetalle umgeändert wurden. Ueberreste von Fischen trifft man darin, deren gekrümmte Lage auf einen Tod durch Vergiftung folgern lässt. Schwefelkies kann man aus schwefelsaurem Eisenoxydul durch Zersetzung vermittelst organischer Substanzen

in denselben Formen, wie er in der Natur vorkommt, darstellen. Das Vorkommen der Schwefelmetalle in diesem Lager und die Analogie sind ein Beweis, dass auch andere Schwefelmetalle sich auf diese Weise bilden können.

So finden wir in verschiedenen Kalkformationen, am ausgezeichnetesten im Muschelkalk von Schlesien, Bleiglanz und Galmei rings von Kalk umgeben. Wir finden dort und an andern Orten, dass Bleiglanz an einigen Stellen in grossen Massen, an andern in so grosser Masse und über so weite Strecken sich abgesetzt hat, dass sie als Lager erscheint, wie der Bleiglanz von Tarnowitz in Oberschlesien. So kommt zwischen den Steinkohlenlagern der Thoneisenstein vor, ein Gemenge von kohlensaurem Eisenoxydul, welches häufig krystallisirt ist und von Thon. Dieses kohlensaure Eisenoxydul kann in Kohlensäure aufgelöst gewesen sein, oder auch durch Zersetzung von Salzen sich gebildet haben; auf jeden Fall hat es sich aus einer wässerigen Auflösung ausgesondert. Verfolgt man überhaupt die Metallverbindungen, welche in Gebirgen, die sich aus dem Wasser abgesetzt haben, vorkommen, so trifft man darin fast alle Schwefelverbindungen im krystallisirten Zustande.

Eben so klar ist das Vorkommen dieser Mineralien in den plutonischen und metamorphischen Felsarten. Es giebt Granite, in denen der Schwefelkies fast ein so constanter Gemengtheil ist, als der Glimmer; Schwefelkies, Blende, Arsenikkies, Kupferkies und andere ähnliche Mineralien bilden Gemengtheile des Glimmerschiefers. In einigen Gegenden, z. B. im sächsischen Erzgebirge, in Böhmen und in Cornwall, kommt ein Granit vor, welcher als constanten Gemengtheil Zinnstein, woraus man fast alles Zinn gewinnt, und Arsenikkies enthält. Ein grosser Theil der Kupfererze und die vielen andern mit diesen vorkommenden vererzten Metalle gehören den plutonischen und metamorphischen Bildungen so an, dass sie in deren Masse aufgelöst gewesen sind und sich daraus ausgeschieden haben.

Ist der Granit, in welchem der Zinnstein vorkam, chemisch und mechanisch zerstört worden, so wird der Zinnstein, der chemisch nicht hat zersetzt werden können, und der schwe-

rer als die andern Bestandtheile ist, in der Nähe des Gebirges sich abgesetzt haben, während die übrigen Bestandtheile desselben fortgeführt worden sind. Man nennt solche Ablagerungen Seifenwerke und wir redeten schon weiter oben bei der Geschiebeformation näher davon.

Die wichtigste Art des Vorkommens metallischer Mineralien ist das auf Erzgängen, von deren allgemeinen Verhältnissen wir schon im dritten und vierten Abschnitte des Buchs redeten. Die wichtige Gruppe der Erzgänge zeichnet sich theils durch Anhäufungen reiner Metalloxyde, theils durch eigenthümliche unbestimmte Gemenge metallischer und erdiger Mineralien aus, welche den übrigen Gesteinen zum Theil fast ganz fremd sind. Da die Mächtigkeit dieser einzelnen Gänge gewöhnlich nicht viel über einige Fuss steigt, so ist ihre Gangnatur dadurch um so deutlicher zu übersehen.

In Gegenden, wo viele und vielerlei Erzgänge vorkommen und sich oft durchsetzen, z. B. in Freiberg, lassen sich interessante und wichtige Beobachtungen über ihre gegenseitigen Altersverhältnisse anstellen; man kann z. B. verschiedene Formationen von Erzgängen wahrnehmen, welche sich nicht nur durch ihre verschiedenartige Zusammensetzung, sondern in der Regel auch durch ihre verschiedenen Richtungen unterscheiden, während die Gänge gleicher Formationen gewöhnlich auch unter sich parallele Richtung haben und oft sogar Gangzüge bilden. Diese Beobachtungen sind in einzelnen Gegenden mit grosser Sorgfalt ausgeführt worden, wie z. B. für Freiberg, haben aber bis jetzt noch keine allgemeinen Resultate ableiten lassen, d. h. man hat die Gangformationen der einzelnen Gegenden noch nicht speziell mit einander parallelisiren können, was von der Zukunft allerdings zu hoffen ist.

Die meisten Erzgänge nähern sich mehr der vertikalen als der horizontalen Richtung, am häufigsten durchsetzen sie die metamorphischen und die Gesteine der Grauwackengruppe, zumal in der Nachbarschaft von Graniten, Dioriten oder Porphyren, wie im Erzgebirge, Harze, Riesengebirge u. s. w. Es dringen jedoch charakteristische Erzgänge bis in den Lias ein und durchsetzen Granite, Diorite und Porphyre. In noch

jüngern Formationen und Gesteinen verlieren sie dagegen ihren complicirten Charakter, sie werden da nur durch einförmige Eisensteingänge, Schwefelkies-, Magneteisen- oder Eisenglanzadern vertreten.

Folgendes sind einige der Hauptarten der Erzgänge und ihre vorzüglichsten Bestandmassen, wobei hier zugleich einige Beispiele als Repräsentanten angeführt werden:

1. Eisensteingänge, bestehend aus Rotheisenstein, Brauneisenstein, Magnet- und Spatheisenstein. Ein sehr ergiebiger Eisensteingang ist der des rothen Berges bei Schwarzenberg; er besteht aus zusammenhängender Masse von Rotheisenstein mit rothem Glaskopf, ist 40 bis 50 Fuss mächtig, und seine Erstreckung ist theils auf der Grenze zwischen Granit und Gneis, theils ganz im letztern über 20,000 Fuss weit bekannt. Auch im Harz setzen in der Grauwacke und im Diorit viele bedeutende Eisensteingänge auf.

2. Mangan- oder Braunsteingänge, oft mit Schwerspath, zuweilen gleich dem Eisenoxyd dendritisch als Ueberzug auf Klüften der massigen Gesteine, vorzugsweise im Porphyr. Bei Ilfeld am Harz wird Quarzporphyr von ¼ bis 3 Fuss mächtigen Manganerzgängen durchsetzt, welche zum Theil eine lagenförmige Anordnung der Gemengtheile zeigen, indem Schwerspath- und Kalkspathlagen mit Manganerz wechseln.

3. Zinnerzgänge mit Axinit, Apatit, Wolfram, Schwerstein, Quarz, Glimmer und dergleichen, am häufigsten in Granit, Greisen (einer Abänderung des Granits ohne Feldspath) oder Porphyr, oft innig mit dem Nebengestein verwachsen, Gangzüge und Netzgänge bildend, wie z. B. bei Zinnwald, Altenberg, Ehrenfriedersdorf und Geier im Erzgebirge.

4. Kiesgänge, vorzugsweise aus Schwefelkies, Kupferkies oder Arsenikkies bestehend, mit Blende und Quarz, z. B. im Gneis bei Freiberg.

5. Kupfererzgänge, vorzugsweise aus Kupferkies, Buntkupfererz, Fahlerz, Kupfergrün, Malachit, Kupferlasur oder dergl. bestehend, mit Blende, Quarz, Kalkspath u. s. w.

6. Kobalterzgänge, enthaltend Kobalterze mit Wismuth, Antimon, Quarz u. s. w., z. B. im Granit, Gneis und

Glimmerschiefer der Gegend von Schneeberg, im Zechstein bei Riechelsdorf in Hessen und bei Saalfeld.

7. Silberhaltige Bleiglanzgänge, bestehend aus Bleiglanz mit Silbererzen, Blende, Schwefelkies, Kupferkies, Arsenikkies, Schwerspath, Braunspath, Manganspath, Kalkspath, Spatheisenstein, Flussspath, Quarz u. s. w., besonders in den metamorphischen Gesteinen, wie im Erzgebirge, oder in der Grauwackengruppe, wie im Harz. — In den Freiberger silberhaltigen Erzgängen erkannte man eine constante Bildungsreihe der einzelnen, sie oft lagenförmig zusammensetzenden Mineralien. Diese Reihe ist hier, vom Aeltern zum Jüngern vorschreitend, besonders durch folgende Bestandmassen charakterisirt: *a*) Quarz mit Schwefelkies, Blende, Bleiglanz und Arsenikkies; *b*) Manganspath und Braunspath mit denselben, jedoch silberweichern Erzen; *c*) Spatheisenstein, Flussspath und Schwerspath mit wenigen Erzen; *d*) Kalkspath, zuweilen mit reichen Silbererzen. — Mit Hülfe dieser einmal erkannten Reihe lassen sich nun mehre Gangformationen unterscheiden, die jedoch keineswegs scharf gegen einander abgegrenzt sind, indem nämlich einige Gänge nur die unter *a*, andere nur die unter *b* oder *c* oder *d* aufgezählten Mineralien enthalten, während hingegen noch andere die Glieder *a* und *b* oder *c* und *d*, oder gar *a*, *b*, *c* und *d* zugleich, lagenförmig in einander geordnet zeigen. — Man hat gefolgert, dass ein Theil der Freiberger Gänge im Alter ungefähr mit dem der Liasformation zusammenfallen würde.

8. Goldgänge, Gold im gediegenen Zustande, mit Schwefelkies, Quarz und dergl. findet sich z. B. in den metamorphischen Gesteinen des Zillerthales, bei Ramingstein und Muerwinkel in Tyrol.

Diese Gangarten sind hier nur beispielweise angeführt, da ihre Zahl sonst für den vorliegenden Zweck zu bedeutend werden würde.

Zu erwähnen sind ausserdem z. B. Quecksilber- und Zinnobergänge, Galmeigänge, Graphitgänge u. s. w.

Machen wir nun schliesslich noch einige kurze Bemerkungen über die Art und Weise, wie die Erzgänge, theils mit Erzen, theils mit erdigen Mineralien, oft ganz verschie-

den von dem sie umschliessenden Gestein, angefüllt wurden. Werner nahm an, diese Ausfüllung sei Folge einer von oben, als wässerige Auflösung in die Spalten eindringenden Materie, während Hutton und seine Anhänger sie von unten herauf, in feuerflüssigem Zustande in die Spalten eindringen liessen. Eine dritte Hypothese wurde in neuerer Zeit aufgestellt; es wird angenommen, die Ausfüllung der Gänge sei das Resultat eines Sublimationsprozesses, in Folge dessen der äusserst erhitzte mineralische Stoff in die Spalten und Klüfte der überlagernden Gesteine eingetrieben worden sei. Einer vierten Hypothese zu Folge hätten sich die Gänge langsam durch Ausscheidung oder Infiltration angefüllt, und zwar zum Theil gleichzeitig mit ihrer Entstehung, durch Zusammenziehung und Festwerden der anfangs weichen Masse; gewöhnlich jedoch scheinen diese Ausscheidungen vorher gebildete Klüfte ausgefüllt zu haben. Am einleuchtendsten lassen sich diese Phänomene durch elektrische Einwirkungen während langer Zeitperioden erklären.

ACHTER ABSCHNITT.

DIE ERHEBUNG DER GEBIRGSKETTEN.

In neuerer Zeit hat fast keine Arbeit in der Geologie so sehr die Aufmerksamkeit des Publikums auf sich gezogen, als die des ausgezeichneten französischen Geologen Elie de Beaumont über das relative Alter der Gebirgszüge, von der wir hier eine kurze Analyse des wesentlichsten Inhalts, nach der lichtvollen Darstellung des verewigten Berliner Geologen Fr. Hoffmann, mittheilen.

Elie de Beaumont geht zunächst bei seiner Arbeit von den durch L. v. Buch in die neuere Geognosie eingeführten Ansichten aus, dass die Gebirgsketten durch Aufreissen und Erheben einzelner Theile der Erdrinde entstanden sind; er zeigt, dass sich auf der ganzen Erdoberfläche wiederholt findet, was L. v. Buch insbesondere für Deutschland im Einzelnen nachgewiesen hat, dass nämlich die Bergketten sich in natürlich von einander geschiedene Gruppen oder geognostische Systeme ordnen, deren Geschiedenheit sich durch die einem jeden eigenthümliche Richtung aller zu ihm gehörigen Höhenzüge ausdrückt. Es liegt bei der Verallgemeinerung dieser Thatsache in Bezug auf die ganze Erdoberfläche sehr nahe, die Betrachtung anzustellen, dass, wenn Spalten unsere Erdrinde zerrissen haben, Bergketten in Parallelzügen hervortreten, es vielleicht möglich und für die Kenntniss der Veränderungen, welche unser Erdkörper erlitten hat, von sehr hoher Wichtigkeit sei, durch fortgesetzte Untersuchungen zu ermitteln, ob diese Zerreissungen und Er-

hebungen in irgend einem genau bestimmbaren Zeitalter der Bildung unseres Planeten geschehen sind, oder ob sich dieselben, je nach den verschiedenen Gebirgssystemen, in verschiedenen Perioden ereignet und so eine Gebirgskette nach der andern erzeugt haben.

Bei der Untersuchung dieses so sehr anziehenden und der Erforschung so sehr werthen Gegenstandes musste die Beachtung von verschiedenartigen Verhältnissen in Betracht kommen. Zunächst ist es klar, dass wenn auch ohne Rücksicht auf die gewaltsame Bildung der Bergketten die Beschaffenheit unserer Erdrinde betrachtet wird, in der Zusammensetzung derselben die Spuren mehrer nach einander vorüber gegangenen Veränderungen von tief eingreifender Art, oder wahrer Umwälzungen deutlich hervortreten. Denn die aus dem Wasser regelmässig niedergeschlagenen und in Parallelplatten getheilten Massen der Erdrinde, welche das sogenannte Sekundär- oder Flötzgebirge bilden, beweisen zwar, dass in verhältnissmässig sehr langen Zwischenräumen (während der Bildung von gleichförmigen Absätzen auf dem Boden des Meeres) Ruhe und Gleichförmigkeit, allmäliges Fortschreiten in dem Verfesten der Erdrinde müsse geherrscht haben; bei genauerer Untersuchung zeigen indess diese Produkte successiven ruhigen Niederschlages, dass in denselben von Zeit zu Zeit eine bemerkenswerthe und sehr scharf ausgedrückte Veränderung eintritt.

Es verändert sich nicht nur zuweilen sehr auffallend und plötzlich die Beschaffenheit der durch Niederschlag gebildeten Massen, so dass wir dieselben in verschiedenen Formationen von Schiefern, Sandsteinen, Kalksteinen zu unterscheiden im Stande sind, sondern es ändert sich zugleich mit solchen Ereignissen auch die Beschaffenheit der organischen Produkte, so dass deren Reste in einer jeden dieser Formationen einen durchaus eigenthümlichen, von dem aller andern verschiedenen Charakter besitzen.

Diese so plötzlich und scharf in so wesentlichen Verhältnissen eintretenden Veränderungen können ihren Grund nur in einer allgemeiner wirkenden Störung und in einer plötzlichen

Veränderung der Bedingungen gehabt haben, von welchen die Bildung der Formationen und der Charakter der in ihnen eingeschlossenen organischen Wesen erzeugt werden.

Mit der Betrachtung über die Ursachen dieser mehrfach eintretenden Umwälzungen verbindet sich aber, wie es scheint sehr natürlich, noch eine andere Erwägung. Wir sehen nämlich, wie dies schon mehrfach weiter oben angeführt worden ist, dass der Zustand der aus dem Meere regelmässig niedergeschlagenen Gebirgsschichten keineswegs in allen Theilen der Erdoberfläche einer und derselbe sei. Ein Theil dieser Schichten liegt zwar noch gleichförmig in horizontaler Lage, wie er allein ursprünglich von dem Wasser konnte gebildet werden, aber ein anderer findet sich aufgerichtet, mehr oder minder der senkrechten Stellung genähert, oder mit einem Worte in gewaltsam veränderter Lage, welche er erst mehr oder minder lange nach seiner vormaligen Bildung konnte erlangt haben. Achten wir nun aber genau auf die Stellen der Erdoberfläche, an welchen diese Verschiedenheiten stattfinden, so gelangen wir zu dem Resultat, dass die horizontale und gleichförmige Lage der Schichten allgemein nur in den Niederungen und Ebenen, welche die Bergketten umgeben, die steil aufgerichtete und ungleichförmige aber stets innerhalb der Bergketten selbst gefunden werde. Sehen wir auf die Art, wie diese zweierlei Verhältnisse an den Rändern der Berge mit einander in Berührung treten, so finden wir sehr bald, dass nicht nur die geneigten Schichten mit den horizontalen gewöhnlich scharf aneinander absetzen, sondern nur ein gewisser Theil von der ganzen Schichtenfolge am Fusse einer Bergkette der Aufrichtung in den Bergketten folgt, während der andere Theil der Schichten ihre ursprüngliche, ungestörte, horizontale Lage beibehält.

So sind die in der Beschaffenheit unserer Erdrinde gemachten Erfahrungen, und es kann nun nicht schwer werden, durch eine Verbindung derselben zu allgemein gültigen Schlüssen über die Ursachen zu gelangen, welche diesen Erscheinungen zum Grunde liegen. Nach Perioden mehr oder minder langer Ruhe sind allgemein wirkende Störungen erfolgt,

welche die Beschaffenheit der organischen Schöpfungen auf einmal verändert und eine neue an die Stelle der zuvor herrschenden gesetzt haben. Welcher Art diese Störungen waren, wissen wir direkt zwar nicht, aber wir erblicken dergleichen andere, welche stets verknüpft waren mit der Aufrichtung eines Theiles der ursprünglich horizontal gebildeten Schichten, welche eben dadurch die Bergketten bilden. Diese Aufrichtungen der Schichten aber müssen sehr rasch, ja fast plötzlich erfolgt sein, da die aufgerichteten von den horizontal neben ihnen liegen gebliebenen durch mehr oder minder scharfe Abschnitte getrennt werden. Nun liegt aber der Schluss sehr nahe, dass, wenn von einer gewissen Schichtenfolge nur der eine Theil eine Aufrichtung erlitt, der andere dagegen sich in seiner Lage ungestört zeigt, dies nur darin kann begründet sein, weil die ersteren Schichten zur Zeit, als die Aufrichtung erfolgte, schon vorhanden waren, die andern aber sich nachher erst gebildet haben, als die Umwälzung bereits vorüber war.

Sind wir aber auf solche Weise in den Stand gesetzt, die Zeit relativ bestimmen zu können, in welcher die Erhebung einer Bergkette erfolgt ist, so fragt es sich noch: ob bei allen Bergketten der Erde in dieser Beziehung eine Gleichförmigkeit, oder eine Verschiedenartigkeit stattfinde; ob bei allen immer dieselben Schichten mit gehoben wurden, immer dieselben Schichten dagegen wagerecht daneben liegen geblieben seien, oder ob vielleicht Schichten, welche bei einer Bergkette gehoben wurden, bei andern constant unafficirt liegen bleiben. Es ist leicht einzusehen, dass im erstern Falle die Erhebung aller Bergketten müsse gleichzeitig erfolgt sein, während sie in dem andern Falle dagegen in mehren auf einander folgenden Perioden stattgefunden hat. Dies ist leicht durch Beobachtungen der Verhältnisse in der Natur mehr oder minder deutlich nachzuweisen, und dies ist eben der Fortschritt, welchen Elie de Beaumont in unserer Wissenschaft gemacht hat.

Er verfolgte aufmerksam die Verhältnisse der Schichtenstellung der Formationen an den Rändern verschiedener Ge-

birgsketten, er verglich aufmerksam die Beobachtungen Anderer, und fand, was nach dem eben Gesagten bereits mit Wahrscheinlichkeit nun schon vorherzusehen war, dass einem jeden dieser Gebirgssysteme eine eigenthümliche Periode entspreche, in welcher ihrer Erhebung stattgefunden habe. Jedes Gebirgssystem, so glaubte er nachweisen zu können, ist von den andern, welche damit in Berührung treten, nicht nur durch die eigenthümliche Parallelrichtung seiner Ketten geschieden, sondern eben so sehr und so sicher auch dadurch, dass es in einer eignen bestimmten Periode der Erdrindenbildung seine gegenwärtige Stellung erlangt hat.

Alle Gebirgsschichten, welche in aufgerichteter Stellung in die Bildung einer Bergkette eingehen, sind als Uferränder bestimmter Zeitperioden zu betrachten, von deren Einfassung umgeben sich die daneben liegenden jüngern Horizontalschichten auf dem Boden alter Meeresbecken gebildet haben. So ist es denn eine der anziehendsten Aufgaben der Wissenschaft geworden, diese Reihenfolgen von Veränderungen, diesen Wechsel anhaltender Perioden ruhiger Bildung und schneller Aufrichtung der Schichten in der Gestalt und Zusammensetzung unserer Erdrinde deutlich nachweisen zu können. Es wird gleichzeitig hiedurch auch sehr wahrscheinlich, dass das von Zeit zu Zeit erfolgte plötzliche Aufrichten der Schichten, die Bildung grosser Gebirgsmassen, einerlei sei mit den Störungen, welche in dem regelmässigen Absatze derselben überall deutlich stattfanden, mit den Perioden plötzlicher Umwälzungen, welche verändert auf den Zustand der organischen Schöpfungen einwirkten.

Der Versuch, diese so merkwürdige Wahrheit durch die Beobachtung in der Natur unmittelbar nachzuweisen, konnte wohl nicht gleich Anfangs den Grad der Vollkommenheit erlangen, welchen wir von ihm zur wahren Aufklärung der Geschichte unserer Erdrinde zu erwarten berechtigt sind, da früherhin zur Entwicklung dieser Verhältnisse keine Beobachtungen waren angestellt worden. Indess führten doch schon gleich die ersten deshalb von Elie de Beaumont veranlassten Untersuchungen zu sehr anziehenden Resultaten, welche die

Aufmerksamkeit in sehr hohem Grade zu erregen geeignet waren. Man konnte sich nun der Hoffnung überlassen, dass es in Zukunft gelingen werde, in genau untersuchten Landstrichen aus der Beobachtung von der Richtung einer Bergkette auch einen Schluss auf das Alter ihrer Bildung zu machen, und dass aus der Zahl und der Reihenfolge der Erhebungen, welche in scharf bezeichneten Perioden stattgefunden haben, auch eine genau nachweisbare Uebersicht von der Zahl und der Reihenfolge der Umwälzungen folgen werde, welche unsere Erdrinde betroffen haben.

Elie de Beaumont versuchte zuerst diesen Grundsatz auf die Entstehungsperioden der vier scharf geschiedenen geognostischen Systeme anzuwenden, welche, wie weiter oben gezeigt worden, zuerst L. v. Buch in unserm Vaterlande unterschieden hat, und es ergab sich daraus, so schien es, eine sehr befriedigende Uebereinstimmung zwischen der Theorie und den Ergebnissen der Erfahrung. Es scheinen vier nach einander folgende Gebirgsbildungen in dieser Beziehung in Betracht kommen zu müssen, von denen eine nach der andern durch die Erzeugung der vier Systeme in den Kreis der erhobenen Schichten gezogen wird. Diese vier Gebirgsbildungen sind die Oolith- oder die Jura-Formation, die Kreide- und Quadersandstein-Bildung, die Tertiär-Formation und eine jüngere Abtheilung derselben, das aufgeschwemmte Land, nach der Benennung, welche schon Werner dafür gewählt hatte.

Den Perioden dieser vier Gebirgsbildungen aber entsprechen in folgender Reihenfolge:

1. Das niederländische System mit dem Erzgebirge, denn in diesem letztern sind noch die Schichten der Jura-Formation mit gehoben, dagegen liegen die Schichten der Kreide und des Quadersandsteins nahe wagerecht, übergreifend und abweichend auf der Oberfläche der ältern Gebirgsarten.

2. Das nordöstliche System oder das hercynische, denn am Rande des Harzes, so wie in den ihm parallelstreichenden Hügelreihen Westphalens sind überall die

Schichten der Kreide- und Quadersandstein-Formation mit afficirt worden.

3. Das Rhein-System, bei welchem Elie de Beaumont eine Miterhebung der Ränder der Tertiär-Formation im Rheinthale annahm, und dessen Richtung weiter nordwärts zusammentrifft mit den Basalten in Hessen, welche, jünger als der ältere Theil der Tertiär-Bildung, in das Streichen der Schichten des nordöstlichen Systemes hineingreifen.

4. Das Alpen-System, welches unstreitig das jüngste von allen zu sein scheint, da die Erhebung der Alpenkette mit dem Phänomen der Verbreitung der Gebirgsblöcke zusammenfällt, welche an der Oberfläche des aufgeschwemmten Landes zerstreut liegen.

War nun übrigens erst mit einiger Wahrscheinlichkeit die Reihenfolge dieser vier scharf begrenzten Gebirgssysteme festgesetzt, so schien es sehr natürlich, nun den Blick auf die Gebirgssysteme zu werfen, deren Ketten den hier geschiedenen parallel streichen.

Es bedurfte nur einiger Aufmerksamkeit, um zu sehen, dass das niederländische Schiefergebirge nicht nur selbst noch fortsetzend in Belgien und Frankreich hineinstreicht, sondern dass auch in dem letzten Lande noch sehr viel entferntere und unabhängige Höhenzüge dieselbe Richtung besitzen. Elie de Beaumont glaubte von der Côte d'Or in Bourgogne und von dem Mont Pilas im Forez nachweisen zu können, dass sie in einer Periode mit dem Erzgebirge und dem niederrheinischen Schiefergebirge entstanden seien.

Mit der Richtung des hercynischen Ketten-Systemes laufen sehr auffallend parallel die grossen Massen der Pyrenäen- und Apenninen-Kette und selbst der südöstliche Theil des Alpengürtels, welcher nach der Trennung bei Gräz durch Kärnthen, Kroatien an die dalmatische Küste übersetzt. Die Entstehung dieser Gebirge schien also in die Entstehungszeit des hercynischen Systems zu fallen.

Mit dem Rhein-Systeme ferner läuft auffallend parallel nahe von Süd nach Nord der westliche Theil der Alpen, oder die sogenannten See-Alpen, von Nizza bis über den

Mont Cenis, und in derselben Linie steht die so scharf von ihren Umgebungen getrennte, durch Zerreissung und Erhebung so sehr ausgezeichnete Kette des Montblanc. Ja es folgt endlich derselben Streichungslinie noch die skandinavische Urgebirgsmasse. Diese alle also wären in ihrer Erhebung dem Rhein-Systeme gleichzeitig, und die Hauptmasse der Alpen schien sich in Verbindung setzen zu lassen mit der Richtung des Kaukasus, der Gebirge Klein-Asiens und selbst des Himalaya. So waren die Vorstellungen Elie de Beaumont's.

Es konnte nicht fehlen, dass bei fortgesetzten genauen Forschungen sich viele Verschiedenheiten zeigten, wo man früher nur Uebereinstimmungen zu sehen geglaubt hatte; so fanden sich Richtungen von Gebirgen, welche mit den früher bekannten nicht genau übereinstimmten, und Elie de Beaumont sah sich daher veranlasst, die Zahl der bekannten Erhebungsperioden von Bergketten allmälig bis auf zwölf, ja bis auf funfzehn zu vermehren.

Es sind diese, mit einigen nach des verewigten Hoffmann Beobachtungen gemachten Berichtigungen, in chronologischer Ordnung folgende:

1. Das System von Westmoreland und vom Hundsrück, mit der an ihn angrenzenden Eifel und dem Taunus. Es ist das älteste der bestimmt nachweisbaren, wiewohl es noch Spuren früher vorgegangener Aufrichtungen einzelner Schichtenmassen in unserer Erdrinde giebt. Denn in ihm sind schon die neueren Schichten des Uebergangsgebirges (Kohlenkalkstein, alter rother Sandstein u. s. w.) nicht mehr gehoben. Die zu ihm gehörenden Bergketten streichen ziemlich genau von NO. ¼ O. nach S. W. ¼ W., und es gehören noch zu ihnen die Bergketten im südlichen Theile von Schottland, die Grauwackenkette auf der Insel Man.

2. System der Belchen (Name mehrer Berge im südlichen Theile der Vogesen) und der Hügel der Bocage im Departement von Calvados. Die Erhebungsperiode derselben fällt mit dem Ende des eigentlichen Uebergangs- oder alten Schiefergebirges zusammen, und die Steinkohlenformation (bei

Littry und Plessis in der Bocage und bei Ronchamps in den Vogesen) liegt abweichend auf den Köpfen der gehobenen Schichten. Die Streichungslinie dieser alten Erhebungen ist O. 15° S. und W. 15° N. Elie de Beaumont glaubt, dass auch ein Theil von der ältern Formation des Harzes in dieser Periode zuerst aufgerichtet worden sei, und allerdings ist es hier, wie bei manchem andern Gebirge Deutschlands wahr, dass ein Theil seiner alten Schiefer (besonders am westlichen Ende) von dem Streichen des ganzen Gebirgsrückens und der ihn umgebenden Ketten abweicht.

3. System von Nord-England. Es begreift dasselbe als Hauptmasse die fast ausschliesslich aus Steinkohlengebirge gebildeten Gruppen, welche vom Trent-Fluss in Derbyshire bis zur schottischen Grenze fortsetzen. Das Alter desselben ist sehr gut bestimmt, und fällt unmittelbar nach der Bildung des Kohlengebirges; denn der englische Bergmann weiss sehr wohl, dass alle jüngeren Schichten, welche er oft über den Kohlen zu durchbrechen hat, auf denselben sich in horizontalen Lagerungsverhältnissen befinden, und dass die zahlreichen Sprünge und Verwerfungen, welche im Kohlengebirge auftreten, sich vorwaltend den darauf gelagerten Schichten nicht mittheilen. Dieses System streicht fast ganz genau von S. nach N. mit kleinen Krümmungen an den Enden gegen NNW. und SSO.

4. System der Niederlande und von Süd-Wales. Dieses System steht mit dem zuerst erwähnten des Hundsrücks und des Taunus in sehr naher Beziehung, denn ungeachtet es deutlich jünger ist als dasselbe, so streichen doch die Schichten zu beiden Seiten des Rheines jener Richtung nahe parallel; erst weiter im Westen an dem linken Ufer der Maas ändert sich dieses Verhältniss; dort drehen sich die bisher von NO. nach SW. gegangenen Streichungslinien schnell in die Richtung von fast rein O. nach W. um, und so bleiben sie wie es scheint stets vorherrschend bis zur Westspitze von Süd-Wales in Pembrokeshire, nordwärts des Kanals von Bristol.

5. Das rheinische System begreift die Vogesen und den Schwarzwald, welche sich sehr nahe in der Richtung von

S. nach N. oder SSW. nach NNO. erhoben haben, und die Abhänge der Spaltenwand, in welcher sie hervortreten, einander und dem Rheinthale zukehren. Beide Bergreihen bestehen aus älterem Flötzgebirge, und in der weit offnen Tiefe des Rheinthales zwischen ihnen lagert sich das jüngere Flötzgebirge sanft wellenförmig und wagerecht unter der breiten Decke des aufgeschwemmten Landes hin.

6. System des Böhmer- und Thüringerwaldes, des Morvan bei Autun, der Vendée und der südlichen Küste der Bretagne in Frankreich. Dieses System hat die Richtung von SO. nach NW., und seine Hebung reicht offenbar durch das jüngere Flötzgebirge bis an die Bildung der Jura-Formation, welche mit ihrem ältesten Gliede, dem Lias, horizontal bleibt, wie dies namentlich in der Vendée und an dem südwestlichen Abhange des Böhmerwaldes sehr klar ausgedrückt ist. Die gleichartig streichende Hauptmasse des Harzes und die vielen parallel von SO. nach NW. gerichteten Höhenzüge Westphalens gehören nicht zu dem Alter dieses Systems; alle diese Bergketten sind ungeachtet der gleichen Streichungslinie ihrer Züge bedeutend jünger und werden später noch angeführt werden.

7. System des Erzgebirges, der Côte d'Or in Burgund, des Mont Pilas im Forez und eines Theiles des Jura am linken Rhein-Ufer. Die Richtung dieses Systemes ist der des Hundsrücks, von SW. nach NO., gleich; ihre Ketten haben es mit der Aufrichtung und Erhebung der Jura-Formation bezeichnet, während die Kreide und der zu ihr gehörige Quadersandstein überall, wo sie mit derselben in Berührung treten, horizontal liegen, wie das Meer, welches die Klippen der Küsten umgürtet. Es ist dies deutlich an der Verbreitung des sogenannten Plänerkalkes auf dem linken Elbufer zwischen Pirna und Meissen, und in den hohen Längenthälern des Jura, auf deren Boden Schichten oft horizontal sich abgesetzt finden, welche nach ihren Versteinerungen und sonstigen Verhältnissen das Alter der Kreide besitzen.

8. System des Monte Viso. Dieses System, welchem die ganzen Meeresalpen aus der Gegend von Nizza

und Antibes bis in die Gegend von Lons le Saulnier angehören, streicht sehr nahe in der Richtung von NNW. nach SSO., und die Erhebung ihrer grossen Urgebirgskette, von welcher die Pyramide des Monte Viso den Hauptpunkt bildet, fällt mitten in die Bildung der Kreide; denn es sind die älteren Schichten derselben bis zu etwa 4000 Fuss Höhe gehoben, die jüngeren aber liegen am Fusse derselben wagerecht.

9. System der Pyrenäen und Apenninen. Dass die Pyrenäen und Apenninen einem grossen Schichten-System angehören, ist eine verhältnissmässig sehr neue Entdeckung; ihre Uebereinstimmung ist zunächst auffallend durch die Parallelrichtung von allen ihren Ketten, welche von NW. nach SO. streichen und grösstentheils selbst in der unmittelbaren Verlängerung von einander liegen; indess sind auch die Lagerungsverhältnisse ihrer Gebirgsarten übereinstimmend, denn die Kreide in ihrer ganzen Ausbildung (ältere und jüngere Schichten) hebt sich in ihnen bis zu dem hohen Kamme des Gebirges, und überall an ihrem Fusse sind die zunächst auf die Kreide folgenden Tertiär-Schichten (Subapenninen-Formation und Becken von Bordeaux) horizontal gelagert, wenn auch oft in der grossartigsten Mächtigkeit. Es ist ferner nach den Darstellungen von Elie de Beaumont sehr wahrscheinlich, dass der Theil der östlichen Alpen, welcher nach der Gabelung bei Gräz sich in die Streichungslinie von NW. nach SO. wendet, in dieselbe Periode gehöre; er geht durch Kärnthen, Krain und Kroatien nach Dalmatien und Bosnien über, bildet den Apenninen parallel das gegenüberliegende Ufer von dem grossen Längenthale des adriatischen Meeres, und setzt endlich nach Morea und selbst auf die griechischen Inseln über, welche, von Euböa und Attika anfangend, in Reihen von NW. nach SO. hintereinander liegen. Dieses System ist offenbar eines der mächtigsten und einflussreichsten für die Gestaltung des Kontinents von Europa; zu ihm gehören ganz entschieden der Hauptlängenrücken des Harzes und alle Höhenzüge Westphalens, welche dem Teutoburger Walde parallel laufen, denn auch in ihnen ist beständig die ganze Schichtenfolge der Kreide gehoben, und wo in unserm nord-

deutschen Vaterlande Tertiär-Gebirgsspuren vorkommen, da liegen sie in den Thälern, an tiefen Punkten der Ebenen vereinzelt, horizontal auf. Es findet daher zwischen diesem System und dem sechsten dieselbe Art der Verbindung statt, wie zwischen dem ersten und dem vierten; und es möchte eben so schwer sein, hier die Wirkungen der älteren und der neueren Erhebungen, welche in einerlei Richtungen erfolgten, zu sondern, wie es dort ist. Aeusserst merkwürdig übrigens auch bleibt noch der Einfluss, welchen dieses System sichtbar auf die Verbreitung der Kreide-Formation in Europa übt; denn wir dürfen nur in der Richtung seines Streichens eine Linie ziehen, etwa von der Umgegend von London, bis zu den Mündungen der Donau, so haben wir den Lauf der alten Südküste des Meeres, von welcher nördlich die Kreide-Formation (im engern Sinne) sich absetzte, bis zu den Grenzen des skandinavischen, finnischen und schottischen Urgebirges. Dies ist eine grossartige, schöne Ansicht.

10. System von Korsika und Sardinien. Die Richtung desselben ist wesentlich von S. nach N. und setzt fort in das südliche Frankreich, wo sie durch das Rhonethal unterhalb Lyon, die obern Thälern der Loire und des Allier bezeichnet wird; auch alle die Zerspaltungen des Bodens folgen dieser Richtung, aus welcher die Vulkane, wie die Kette der Puys mit dem Mont d'Or und dem Cantal sich hervordrängten, und dort zeigt sich's denn auch entschieden, dass diese Erhebung erfolgt sei unmittelbar nach der Bildung der ältesten Tertiär-Formationen und vor der der neueren. Es scheinen zu diesem Systeme noch manche andere Gegenden Europa's zu gehören, und Elie de Beaumont ist geneigt hieher noch die Halbinsel von Istrien zu rechnen, und merkwürdig stimmen im nordwestlichen Deutschland auch die offenbar in derselben Periode erfolgten Hebungen der Vulkane von Hessen, des Habichtwaldes, des Meissner und die Reihe aller Basaltberge bei Göttingen mit dieser Richtung genau überein. Sie haben störend in die Wirkungen des vorhergehenden Systems eingegriffen, und quer durch alle Ketten desselben eine Verschiebung und sattelförmige Erhebung veranlasst, welche am Nordrande des Sollings beginnt, und aus der Gegend von

Bodenwerder an der Weser bis zwischen Minden und Hannover (bei Rodenberg und Nenndorf), bis an die Ebenen deutlich nachweisbar bleibt.

11. System der West-Alpen. Zu ihm gehört vorzugsweise die Masse des Montblanc, in dessen Umgebungen die Struktur der Alpenkette in Beziehung auf Streichungslinien am complicirtesten erscheint. Dieses System kreuzt das des Monte Viso und ist von sehr neuer Entstehung, denn man sieht nicht nur in den zur Montblanc-Kette nahe gehörigen Gliedern die schon früher erwähnten jungen Tertiär-Schichten der Diablerets bis zu 8000 Fuss Höhe gehoben, sondern es stehen zu beiden Seiten dieses Systemes auch noch aufgerichtet die Schichten der neuen Muschelmolasse an der Superga bei Turin und an der Grande Chartreuse bei Grenoble. Die herrschende Richtung der Streichungslinien dieses Systemes ist von N. 26° O. nach S. 26° W.

12. System der Hauptkette der Alpen von Wallis bis nach Oestreich. Die jüngste Hebung von allen Ketten dieses mächtigen Gebirges nahe in der Richtung von W. nach O. (ONO. g. O. nach WSW. g. W.) ist, wie zahlreiche Beispiele beweisen, erst erhoben worden, nachdem das ganze eigentliche Tertiär-Gebirge in der Hauptmasse der Molasse mit der Nagelfluh schon war abgesetzt worden, denn die Schichten dieser Bildung finden sich an den Rändern des Gebirges immer mit aufgerichtet; dagegen giebt es in allen Thälern derselben alte Geschiebe-Ablagerungen, dem gegenwärtigen Zustande der Schöpfung vorangehend, welche horizontal auf den Köpfen der steil geneigten oder oft überstürzten Schichten liegen. Uebrigens soll die Richtung dieses jüngsten Systemes in W., nachdem es das System des Monte Viso und des Montblanc gekreuzt hat, bis in die Gegend von Marseille etwa noch fortsetzen, und namentlich sehr deutlich am Mont Ventoux und am Leberon wieder erkannt werden. —

Die Betrachtung dieser, nach dem gegenwärtigen Zustande unserer Kenntniss dargestellten Verhältnisse giebt noch mehrfach zu anziehenden Resultaten Veranlassung, die grossentheils durch die angestellten Vergleichungen Elie de Beau-

mont's ermittelt wurden. Zunächst wurden Betrachtungen über das gegenseitige Verhältniss zwischen den bereits in dem Systeme eingereiheten und den anderweitig bekannten Gebirgsketten der Erde angestellt, welche wir theils nur nach ihren Richtungen, theils aber auch nach den vorläufig von ihnen bekannt gewordenen Eigenthümlichkeiten ihres Baues zu beurtheilen im Stande sind; so schien es denn namentlich sehr wahrscheinlich, dass dem Systeme von Sardinien und Korsika sich die Küste von Syrien, die Gebirgskette des Libanon und die das Thal des rothen Meeres einfassenden Bergreihen anschliessen. Mit vieler Wahrscheinlichkeit ward eine Gleichzeitigkeit in dem Erhebungsalter der Ghates-Gebirge in Ostindien und der Alleghani-Kette in Nordamerika mit dem Systeme der Pyrenäen- und Apenninen-Kette vorausgesetzt. Den West-Alpen oder der Masse des Montblanc schien gleichzeitig die ganze Hauptlinie der Gebirge längs der Ostküste von Spanien und verlängert die von diesen angedeutete Linie nicht nur nach Afrika hinüber zu der Kette des Atlas zu gehen, sondern es schien selbst wohl der Bemerkung werth, dass eine Verlängerung der Atlaslinie über das atlantische Meer auf die Ostküste von Brasilien gerade in der Gegend von Cap Roque trifft, von wo aus eine felsige Bergreihe bis in die Umgebungen von Monte Video sich fortzieht; nördlich schienen die skandinavischen Gebirge mit diesen gleichzeitig. Es wurde versucht den Himalaya, den Hindu-Kho, den Central-Kaukasus in Parallele mit der Hauptmasse der Alpen zu stellen; und sehr anziehend ist der Vergleich, welcher in dieser Beziehung die Aehnlichkeit von der Südseite der Himalaya-Kette mit der Südseite der Alpen in Norditalien betrifft; denn was dem letztern Gebirge die Lombardei oder die aufgeschwemmte Tiefebene des Pothales, das ist dem andern unbestreitbar, nur in viel grösserem Massstabe, das ganz ähnlich gebildete Tiefland Bengalens oder das Gangesthal, und in ihm haben die natürlichen Verhältnisse des Landes die Hauptwohnsitze der Menschen in ganz ähnlicher Weise nach gleichen Bedürfnissen wie dort ausgetheilt; so ist Delhi mit Mailand und Calcutta mit Venedig vergleichbar, und der Vergleich würde den höchsten Grad der Vollendung erlangen,

wenn die den Apenninen verglichene Ghates-Kette sich in Westen mit dem Südrande des Himalaya verbände, und so den grössten Theil von den Indus-Zuflüssen nach dem Ganges hätte zuweisen können.

Doch auch abgesehen von diesen ins Detail gehenden Vergleichungen der Gestalt und des Erhebungsalters einzelner Bergketten, war es von sehr grossem Interesse, hierbei die Betrachtung zu machen, dass, wenn sich diese Darstellungen bestätigen, unbedenklich die Energie der Paroxysmen, welche Schichten aufrichteten und Bergketten erhoben, von der ältesten gegen die neuere Zeit hin immer stärker und ausgedehnter geworden ist; denn ohne Ausnahme schienen alle die bedeutenderen Gebirge der Erde die Produkte eines immer neueren und neueren Erhebungsvorganges zu werden. Beaumont nimmt an, dass dies zwar zum Theil davon herrühre, dass die neueren Gebirge seit ihrer Entstehung weniger Veränderungen als die ältern erfahren haben, weil sie nothwendiger Weise nicht gleich diesen in so hohem Masse zerstört und erniedrigt wurden; der Grund lässt sich aber auch für die, in den neuesten Zeiten stärker gewordenen Paroxysmen der Hebung darin finden, dass der Widerstand, den die Aufberstungen der Erdrinde zu überwinden hatten, immer grösser geworden war. Uebereinstimmend hiermit scheint die grossartigste unter allen Gebirgserscheinungen der Erde, die der Andeskette, die neueste von allen zu sein; dies wird auch noch durch die in ihr fortwährend thätige Reihe von Vulkanen, welche an ihrer Erhebung mit Theil genommen zu haben scheinen, höchst wahrscheinlich gemacht, und in dem Emporsteigen der Andes war dann die Ursache von der letzten grossen Katastrophe zu finden, welche unsern Erdkörper betroffen hat, und welche die Sagen der Völker unter dem Bilde der Sündfluth darstellen. —

Nachdem Beaumont diese, so viel Aufmerksamkeit erregenden, merkwürdigen Ansichten vorgetragen hatte, fanden dieselben zahlreiche Gegner. Eine grosse Zahl namhafter Geognosten Englands und Frankreichs haben darüber gelegentlich oder in besondern Abhandlungen ihre Bemerkungen ausgesprochen, und es liesse sich eine sehr reichhaltige Lite-

ratur zusammenstellen, wenn das Detail der Betrachtungen, Angaben von Thatsachen näher berücksichtigt werden sollte, welche bei dieser Veranlassung dem Publikum vorgelegt wurden. Auf den ersten Blick hat es den Anschein, als ob fast alle diese Gebirgsforscher gegen diese Ansichten vollständig eingenommen wären; dies ist besonders auffallend bei Boué und Cordier in Frankreich und bei Conybeare und Lyell in England. Genauer betrachtet sind indess die ersten Grundsätze Beaumont's auf durchaus gesunde und mit den Grundsätzen der Wissenschaft naturgemäss übereinstimmende Voraussetzungen gebaut, ja in gewisser Beziehung auf eigentlich nichts weiter als auf eine überraschende, geistvolle Anwendung von den Vorstellungen der abweichenden und übergreifenden Lagerung der Gebirgsformationen, wie sie von Werner ausgegangen sind, so fremd demselben auch die Ansichten von der Erhebung der Gebirgsketten sonst sein mochten. Es können daher der Tadel und die Widerlegungen nur die Art der Anwendung dieser Grundsätze auf einzelne Fälle treffen, und hier darf man sich nicht wundern, dass bei dem ersten Versuche, die Gebirgsketten nach dem Alter ihrer Entstehung zu ordnen, Irrthümer sich mögen eingeschlichen haben, welche nur durch ein anhaltendes genaueres Studium einzelner Lokalitäten allmälig entfernt werden können und den Ansichten selbst nicht zur Last fallen.

Nichts desto weniger ist die von Beaumont gegebene Reihenfolge bekannter Gebirge im Grossen und Ganzen unangetastet geblieben; nur hat sich gezeigt, dass in Zukunft zahlreiche Einschaltungen, Versetzungen einzelner Theile eines Gebirges aus einem System in das andere möchten nothwendig werden; dies liess sich, wenn das Material, welches ihm zu Gebote stand, kritisch beleuchtet wurde, schon von vornherein voraussetzen. Beaumont selbst hat im Verlauf dieser Untersuchungen seine Ansichten sehr wesentlich vervollkommnet, und aus der vorstehenden Darstellung ergiebt sich schon, wie wenig die später gegebenen Entwickelungen der Gebirgssysteme mit seinen früheren übereinstimmen. Das Wesentlichste aber, was sich hieraus zur Befestigung der Ansichten über diesen Gegenstand ergeben möchte, besteht in Folgendem,

womit wir den gegenwärtigen Standpunkt dieses Theils unserer Wissenschaft kurz zusammenfassend bezeichnen können.

1. Es ist eine unleugbare Thatsache, dass nicht alle Gebirgsketten sich in einer und derselben Epoche erhoben haben, sondern es giebt unter denselben jüngere und ältere, von welchen die ersteren gewisse Schichtenfolgen noch mit zur Aufrichtung brachten, welche bei der Erhebung der letzteren nicht afficirt werden konnten, weil sie noch nicht gebildet waren.

2. Die von Beaumont früher aufgestellte Ansicht, dass die gleichzeitige Erhebung der Gebirgsketten auch immer mit einem und demselben Streichen (Parallelrichtung) aller ihrer einzelnen Glieder verknüpft sei, findet nicht allgemein Anwendung, und man kann sich daher der Beobachtung des Streichens einer Bergkette keineswegs bedienen, um daraus auf ihr Alter zu schliessen. Die Richtigkeit dieser Behauptung erhellt zum Theil selbst schon aus der gegebenen Darstellung, und ist auch von Beaumont anerkannt worden. Denn es ergiebt sich, dass von den angeführten zwölf Erhebungssystemen das System von Westmoreland und des Hundsrücks, mit einem Theile des niederländischen, mit dem Erzgebirge und selbst mit dem System von der Hauptkette der Alpen in der Richtung zusammentreffen, allein die Perioden ihrer Erhebung sind sehr verschieden; eben so ist es der Fall mit dem System von Nordengland, von Sardinien und Korsika, und mit dem sogenannten Rhein-Systeme; eben so mit den Pyrenäen und Apenninen, dem Harze und dem Systeme des Thüringer- und Böhmerwaldes. In England ist ein gleiches Verhältniss speciell von Conybeare nachgewiesen worden, indem dort die Erhebungsreihen verschiedener Perioden in derselben Richtung von W. nach O. liegen (Insel Wight, Wealds of Kent und das Thal von Kingsclerc). Es zeigt sich aber nicht nur, dass eine und dieselbe Streichungslinie in verschiedenen Perioden erzeugt worden ist, sondern es trifft auch das Umgekehrte ein, dass in einer Periode der Erhebung verschiedene Streichungslinien erzeugt wurden; denn so hat Conybeare gezeigt, dass die Periode der SN.-Erhebung von Sardinien und Korsika in England einer gleichzeitigen entspricht, deren

Ketten gerade rechtwinklich darauf in der Richtung von Osten nach Westen streichen, und genau genommen hat sich schon ergeben, dass das niederländische System und das System von Nordengland in verschiedenen Theilen ihres Verlaufes ihre Richtung wechseln. Man kann sich daher die Richtung der Bergketten nur in unmittelbar aneinanderhängenden, scharf begrenzten Bezirken, und auch dort nur mit Kritik bedienen, um daraus auf ihr Alter zu schliessen; ein Verhältniss, welches etwa demjenigen vergleichbar ist, was die Gänge in gewissen beschränkten Gebirgsbezirken rücksichtlich ihrer Streichungslinie beobachten lassen, die hier sehr konstant für nahe liegende Gänge gleicher Perioden mit einander übereinstimmen, während daraus für entfernte Gegenden gar keine Schlüsse gezogen werden können.

3. Es hat sich ferner durch Beobachtungen bestätigt, dass die Erhebung vieler Bergketten keinesweges das Produkt einer einzigen, für sie genau zu bestimmenden Periode ist; eine und dieselbe Bergkette ist vielmehr ganz entschieden nicht auf einmal entstanden, sondern ruckweise mehrmals nacheinander und mit Beibehaltung einer und derselben Streichungslinie gehoben worden, daher man bei der Beurtheilung ihrer Erhebungsverhältnisse sehr vorsichtig sein muss. Die Richtigkeit dieses Satzes wird durch zahlreiche Thatsachen erwiesen; so lassen sich im Erzgebirge schon Spuren der Erhebung vor der Bildung der alten Steinkohlenformation nachweisen, indem das Kohlengebirge von Planitz bei Zwickau zwar in der Streichungslinie des ganzen Gebirges, aber doch abweichend und übergreifend auf den alten Schiefern gefunden wird, eben so, nahe der Saale, der Zechstein und bunte Sandstein. Das Gleiche gilt vom Harze, in welchem schon deutlich die charakteristische Streichungslinie in dem Granit und in den Dioriten nachweisbar wird. Endlich ist es gewiss auch derselbe Fall mit der Hauptkette der Alpen, welche im veränderten Zustande höchst wahrscheinlich vorhanden war, als die Molasse in dem Seebecken zwischen Alpen und Jura sich absetzte. Passini hat auf dem Südabhange derselben (im Vicentinischen) wenigstens zehn nach einander folgende Erhebungsperioden erkennen wollen, und

Elie de Beaumont hat jetzt in den Pyrenäen vier verschiedene Erhebungsperioden anerkannt.

Dennoch, wir wiederholen es, bleibt die Ansicht von Elie de Beaumont in der Hauptsache unangetastet; sie ist eine der wichtigsten, folgenreichsten Fortschritte im Gebiete der theoretischen Geologie und wohl geeignet, für unsere Darstellung dieser Wissenschaft den Schlussstein zu bilden.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Fremd

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Hartmann, Carl Friedrich Alexander,

Grundzüge der Geologie in allgemein fasslichem Vortrage

Leipzig 1843

Lith. 207 mb
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10283697-4